

**DEBRECENI EGYETEM**  
**TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI KAR**



**T Á J É K O Z T A T Ó**  
**Anyagtudományi**  
**MSc MESTERKÉPZÉSI SZAK**  
**2024-től**

**DEBRECEN**

2024

## Tartalomjegyzék

<b>Bevezetés .....</b>	<b>2</b>
<b>Az anyagtudományi MSc mester szak alapadatai és követelményei .....</b>	<b>3</b>
<b>Az anyagtudományi mesterszak ajánlott tanterve 2024-től .....</b>	<b>8</b>
<b>Tantárgyi tematikák .....</b>	<b>11</b>
<b>Kötelező természettudományi gazdasági ismeretek.....</b>	<b>11</b>
<b>Vegyész, vegyészmérnök és egyéb alapképzettség esetén kötelező modul.....</b>	<b>13</b>
<b>Fizikus alapképzettség esetén kötelező modul .....</b>	<b>18</b>
<b>Kötelező anyagkutatói ismeretek.....</b>	<b>22</b>
<b>Kötelezően választható az intézmény által ajánlott ismeretek .....</b>	<b>32</b>
<b>Szabadon választható tárgyak.....</b>	<b>46</b>

# Bevezetés

## Kedves Hallgató!

Örömmel üdvözljük a Debreceni Egyetem Természettudományi Karán az Anyagtudományi mesterképzési szak hallgatói között! Az anyagtudományi szak választásával egyúttal egy új irányt is kijelölt további tanulmányai számára. Akár a fizika, a kémia, az anyagmérnökség vagy más természettudományi vagy mérnöki területen szerzett alapképzését, a korábbi ismereteire alapozva egy új, dinamikus fejlődő jelentős tudományterület megismerése vár önre.

Az anyagtudomány tárgya a bennünket körülvevő, kézzel fogható világ! A technológia fejlődés egyik motorja az anyagtudomány. Az új anyagok és technológiák teszik lehetővé a technikai civilizáció fejlődését az építészetben, a közlekedésben, az energetikában, az elektronikában és az orvosi biológiában. A nanotechnológia eszköztárával felszerelve szinte korlátlan mértékben vagyunk képesek az anyagok viselkedését megismerni és módosítani.

Az anyagtudományi képzés során szerzett ismeretek révén az alkalmazott kutatás, fejlesztés és a gyártás, minőség-ellenőrzés műszeres anyagvizsgálati területei és az alapkutatás lehetősége egyaránt megnyílik önök előtt. Anyagkutatói végzettséggel az intézet doktori iskolájában lehetőség van doktori fokozat megszerzésére.

A különböző tudományterületeket integráló képzés során lehetőségük lesz az érdeklődési területüknek megfelelő speciális szakmai ismeretek megszerzésére. Az anyagtudomány oktatása és a kutatómunka közt nincs éles határ a Debreceni Egyetemen. Megismerkedhetnek a legkorszerűbb berendezésekkel amelyekkel az intézet kutatói is dolgoznak mint például az SNMS, XPS, XRD, AFM SPM, XPS, nc-AFM, SEM, TEM. A fizikai Intézetben, a kémia intézetben és az ATOMKI-ben zajló anyagtudományi kutatások változatos témákat kínálnak a diplomamunka számára. Nemzetközi kapcsolatok révén lehetőség nyílik az egyetemi évek alatt vagy azt követően külföldi tapasztalatok szerzésére is.

A továbbiakban az anyagtudományi MSc szak képzési követelményeit mutatjuk be. A képzés felépítése során arra törekedtünk, hogy lehetőleg minden bemeneti irány esetén lehetőség legyen a korábbi képzésből hiányzó alapismeretek megszerzésére. Ennek megfelelően a két bemeneti iránytól függő modult kell választani a szakképzéshez vezető alaptárgyak közül. A kötelező ismeretek tantárgycsoportja után a további tárgyak az intézeti specializációból a hallgatók érdeklődési területei szerint választhatók. A szakon nincs specializáció és kötelező szakmai gyakorlat.

A képzéssel kapcsolatos kérdésekkel Dr. Daróczy Lajos szakfelőshöz fordulhatnak.

# Az anyagtudományi MSc mester szak alapadatai és követelményei

<b>Képzési terület:</b>	természettudomány
<b>Képzési ciklus:</b>	mesterképzés
<b>Szakért felelős kar:</b>	Természettudományi és Technológiai Kar
<b>Szakfelelős neve:</b>	Dr. Daróczi Lajos, egyetemi docens
<b>Képzési hely(ek) munkarenddel:</b>	Debrecen – nappali
<b>Képzési idő:</b>	4 félév
<b>Az oklevélhez szükséges kreditek száma:</b>	120 kredit
<b>Összes kontaktóra száma</b>	1313
<b>nappali tagozaton:</b>	1313
<b>levelező tagozaton:</b>	-
<b>Szakmai gyakorlat ideje, kreditje, jellege</b>	-
<b>nappali tagozaton:</b>	-
<b>levelező tagozaton:</b>	-

A szak jellemzői részletesen:

**1. A mesterképzési szak megnevezése:** anyagtudomány (Materials Science)

**2. A mesterképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:**

Végzettségi szint: mester- (magister, master; rövidítve: MSc-) fokozat

Szakképzettség: okleveles anyagkutató

A szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Materials Scientist

A választható specializációk megnevezése: nincsenek specializációk

**3. Képzési terület:** természettudomány

**4. A mesterképzésbe történő belépésnél előzményként elfogadott szakok:**

**4.1. Teljes kreditérték beszámításával vehető figyelembe:** a fizika, a kémia és az anyagmérnöki alapképzési szak.

**4.2. A 9.2. pontban meghatározott kreditek teljesítésével elsősorban számításba vehető alapképzési szakok:** a természettudomány képzési területéről a biológia, a környezettan, a földtudományi alapképzési szak, a műszaki képzési területéről a vegyészmérnöki, a biomérnöki, a környezetmérnöki, az energetikai mérnöki, a gépészmérnöki, a villamosmérnöki, a mechatronikai mérnöki alapképzési szak.

**4.3. A 9.2. pontban meghatározott kreditek teljesítésével vehetők figyelembe továbbá:**

azok az alapképzési és mesterképzési szakok, illetve a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény szerinti szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a felsőoktatási intézmény kreditátviteli bizottsága elfogad.

**5. A képzési idő:** 4 félév

**6. A mesterfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:** 120 kredit

összes kontaktóra száma:

a szak orientációja: kiegyensúlyozott (40-60 százalék)

a diplomamunka elkészítéséhez rendelt kreditérték: **30 kredit**

a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: **6 kredit**

## 7. A szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása: 443/0530

### 8. A mesterképzési szak képzési célja és a szakmai kompetenciák

A képzés célja anyagkutatók képzése, akik kellő mélységű természettudományos, anyagszerkezeti, anyagismereti, és anyagvizsgálati ismeretekkel rendelkeznek, értik a technológiai folyamatok mögött álló kémiai és fizikai alapjelenségeket.

Alkalmasak a különböző technológiákban használt anyagok, végtermékek (fémek és ötvözeteik, félvezetők, kerámiák, műanyagok és polimerek, illetve az ezekből összeállított kompozitok, új funkcionális anyagok) tulajdonságainak vizsgálatára és az anyagi tulajdonságokat meghatározó fizikai és kémiai összetételek, szerkezetek tervezett befolyásolására.

Széleskörű természettudományos ismeretek birtokában képesek anyagtudományi kutató-fejlesztő munkára a természettudományok (fizikus vagy vegyész), illetve mérnöki tudományok területén. Felkészültek tanulmányaik doktori képzésben történő folytatására.

#### 8.1.1. Az anyagkutató

##### a) tudása

- Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri az anyagtudomány modern elméleti és kísérleti módszereit.
- Ismeri a kémia és a fizika folyamatait leíró fogalomrendszert és terminológiát, valamint szakterületén széles körű szakirodalmi tájékozottsággal rendelkezik.
- Ismeri az anyagok szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggéseket, és ezen összefüggések felhasználásával új tulajdonságú, új szerkezetű anyagok előállításának lehetőségeit.
- Tisztában van az anyagok atomi-, nano-, mikro- és makroszerkezetének alapvető vizsgálati módszereivel.
- Elmélyült és alapos szakmai tudással rendelkezik az anyagvizsgálati módszerek elméletében és gyakorlatában.
- Elmélyült ismeretekkel bír az anyagokban lejátszódó folyamatok fizikai és kémiai alapjairól, a folyamatok irányításának és tervezésének módszereiről.
- Ismeri az anyagtudományi kutatáshoz vagy tudományos munkához szükséges matematikai és informatikai technikákat.
- Tájékozott a számítógépes kommunikációban, elemzésben és a modellezés módszereiben.

##### b) képességei

- Képes a természeti jelenségekben megnyilvánuló kémiai és fizikai törvényszerűségek azonosítására, az összefüggések komplex megértésére, a jelenségek tudományos igényű kísérleti tanulmányozására és elméleti értelmezésére.
- Felkészült a szakirodalom információinak feldolgozására, önművelésre, önfejlesztésre, a felmerülő új problémák megértésére és az új jelenségek megismerésére.
- Megfelelő tudással rendelkezik a laboratóriumi, félüzemi és kísérleti üzemi feladatok elvégzésére, új kísérleti metodikák fejlesztésére.
- Képes új szerkezetű, új funkcionalitású termékek kialakítására, tervezésére.
- A megszerzett ismeretei birtokában képes az anyagkutatók problémáinak matematikai megfogalmazására, a területhez kapcsolódó informatikai feladatok ellátására.
- Legalább egy idegen nyelven szakmai dokumentációt (tudományos cikket, tanulmányt, pályázatot) tud írni, tudományterületén kommunikálni.
- Képes az anyagok fizikai-kémiai jellemzőinek meghatározására, adekvát vizsgálati technikák és módszerek alkalmazására, illetve kezelésére, a mérésekhez szükséges standardok kiválasztására és a mérések elvégzésére.

##### c) attitűdje

- Elkötelezett a minőségi munkára, és érzékeny a környezetével szemben.
- Pozitív hozzáállású a szakmai továbbképzéshez.
- Kritikai és rendszer szintű gondolkodásmódja birtokában felelősen működik együtt szűkebb szakterülete, továbbá más tudományterületek szakmai képviselőivel.
- Az ismeretek átadásában jó kommunikációs készséggel bír.
- Tudományos kutatásait a legmagasabb etikai normák figyelembe vételével végzi.

- Nyitott és fogékony az anyagtudomány területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.
  - Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új kompetenciák megszerzésére.
- d) autonómiaja és felelőssége
- Az anyagtudomány területén nagyfokú önállósággal rendelkezik átfogó és speciális
  - szakmai kérdések megértésében, megoldásában, szakmai nézetek ismertetésében,
  - alkalmazásában.
  - Önállóan kialakítja saját munkájában alkalmazható tudományos nézeteit, véleményeit.
  - Rendelkezik kezdeményező, döntéshozatali képességgel és személyes felelősségvállalással.
  - Munkatársaival aktívan együttműködik, konstruktív módon vesz részt csoportmunkában, kellő gyakorlat esetén vezetői feladatokat képes ellátni.
  - Kísérleti, laboratóriumi tevékenysége során megkülönböztetett környezettudatossággal jár el, felelősen működteti a kísérleti, ipari berendezéseket, műszereket.
  - Irányító és szervező munkáját magas szinten, felelősséget vállalva látja el.
  - Képes az alap-, illetve alkalmazott kutatást végző kutatócsoportok munkájába való bekapcsolódásra, a feladatok önálló megtervezésére és végrehajtására.
  - A megszerzett ismeretek és problémamegoldó készség segítségével alkalmas önálló munkára és irányító munkakörök betöltésére az anyagtudomány és -technológia sokirányú területén.

## 9. A mesterképzés jellemzői

### 9.1. Szakmai jellemzők

- A szakképzettséghez vezető tudományágak, szakterületek, amelyekből a szak felépül: 25 kredit (természettudományi, gazdasági ismeretek (kémia, fizika, számítógépes módszerek, gazdaság\_és menedzsment)
- anyagkutatói szakmai ismeretek: 38 kredit (fizikai anyagtudomány, kémiai anyagtudomány, anyagszerkezet vizsgálati módszerek, kerámiák, polimerek, bioanyagok, funkcionális és intelligens anyagok, szilárdtest-fizika, fémek és félvezetők, nanoanyagok és -technológia, anyag és anyagszerkezet vizsgálati módszerek a laboratóriumi gyakorlatban)
- a képző intézmény által ajánlott speciális ismeretek: 21 kredit (anyagszerkezeti vizsgálatok és módszerek, bioanyagok, felületmódosítás, az új anyag előállítási módszerek, a fémek és félvezetők, a funkcionális és intelligens anyagok, a kerámiák, a kompozit és hibridanyagok, a mágneses és optikai anyagok, a nanoszerkezetű anyagok, a polimerek, a matematikai módszerek az anyagtudományban, a számítógépes anyagtudomány)

### 9.2. A 4.2 és 4.3. pontban megadott oklevéllel rendelkezők esetén a mesterképzési képzési ciklusba való belépés minimális feltételei:

A 4.1. pontban megadott alapképzésektől eltérő szakokról az anyagtudományi mesterképzésbe való belépéshez szükséges minimális kreditek száma 60 kredit az alábbi területekről:

- fizikai ismeretek (általános fizika, szilárdtest-fizika, elektronika, műszaki fizika, statisztikus
- fizika, kvantummechanika, anyagfizika, fizikai laboratórium) területéről 20 kredit
- kémiai ismeretek (általános kémia, anyagismeret, kémiai anyagtudomány, szervetlen kémia,
- szerves kémia, kolloidika, felületkémia, kémiai laboratórium) területéről 20 kredit;
- matematikai, informatikai ismeretek területéről 10 kredit;
- egyéb szakmai ismeretek (ásványtan, nukleáris technika, környezetvédelem, mérés-technika, folyamatszabályozás, irányítástechnika, automatizálás, biológia) területéről 10 kredit.

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a hallgató az korábbi tanulmányai alapján legalább 40 kredittel rendelkezzen a felsorolt területekről. A hiányzó krediteket a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

A kreditek az Anyagtudomány mesterképzési szakon előírt 120 kreditbe nem számolhatók el.

### 9.3. Szakmai gyakorlat

Az anyagtudományi mesterképzési szakon nincs kötelező szakmai gyakorlat.

### 10. Nyelvtanulás és nyelvvizsga

Egy félév államilag finanszírozott, gyakorlati jeggyel záruló szaknyelvi kurzus teljesítése kötelező, ami kiváltható egy a hallgató saját szakján meghirdetett legalább 2 kredit értékű angol nyelvű tárggyal.

### 11. Az oklevél követelményei (a képzési és kimeneteli követelményeknek megfelelően)

Az anyagtudományi mesterképzési szakon az oklevél megszerzésének általános követelményeit a Debreceni Egyetem Természettudományi Karának Tanulmányi- és Vizsgaszabályzata tartalmazza. A végbizonyítvány (abszolutórium) kiállításának előfeltétele az előírt nyelvi követelmények és az egy féléves testnevelési kurzus teljesítése. A testnevelés kurzus 1 kredit/félév kreditértékű. A végbizonyítvány (abszolutórium) kiállításának előfeltétele a **Munkavédelem kurzus teljesítése**. A kurzus 1 kredit/félév kreditértékű.

Adott **tantárgy kredit értéke megszerzésének feltétele** a legalább elégséges (2) érdemjegy.

A **laboratóriumi gyakorlatok** esetében a hallgatónak minden gyakorlatot el kell végezniük.

A tantárgyi követelményeket a Tanulmányi és Vizsgaszabályzatnak megfelelően az oktatók a félév elején ismertetik.

### Diplomamunka

A diplomamunka követelményei:

A diplomamunka önálló szakmai tevékenység, amely részben a hallgató tanulmányaira, részben további szakirodalmi ismeretekre támaszkodik és egy konzulens irányításával két félév alatt végezhető el. Ilyen szakmai tevékenység lehet egy anyagtudományi területen végzett kísérleti vagy elméleti kutatómunka, kutatási feladatokba való bekapcsolódás, kutatási részfeladat megvalósítása, alkalmazott kutatási, fejlesztési feladatok megoldása.

A diplomamunka formai követelményeiről a diplomamunka jelentkezés elfogadásakor kapnak a hallgatók tájékoztatást.

### Záróvizsga

*(a) a záróvizsgára bocsátás feltételei*

Záróvizsgára az a hallgató bocsátható, aki a tanulmányai során az előírt 120 kreditet megszerezte és a nyelvi szakmai követelményeknek eleget tett.

*(b) a záróvizsga menete*

A záróvizsga csak szóbeli részből áll, és a szakmai ismeretek komplex összefüggései ellenőrzésére szolgál. A tematika a szakmai törzsanyag tárgyainak tematikája. A diplomamunka védeése a záróvizsga része, de időben külön is tartható. A vizsga eredményének kiszámítása az érvényes TVSZ alapján történik.

### Az MSc diploma minősítése

A (MSc) mesterképzésben az oklevél minősítése az alábbi részjegyek számtani átlaga:

- a tanulmányok egészére számított (halmazott) súlyozott tanulmányi átlag,
- a diplomamunka és a védésre kapott eredmények átlaga,
- a záróvizsga kérdésekre kapott érdemjegy.

**12. A specializáció választás lehetőségei és szabályai:** Az anyagtudományi mesterszakon specializáció nélkül folyik a képzés.

## Idegen nyelvi és testnevelés követelmények

### Nyelvtanulás és nyelvvizsga

Egy félév államilag finanszírozott, gyakorlati jeggyel záruló szaknyelvi kurzus teljesítése kötelező, ami kiváltható egy a hallgató saját szakján meghirdetett legalább 2 kredit értékű angol nyelvű tárggyal.

### Testnevelés

A Debreceni Egyetem mesterképzésben (MSc, MA) résztvevő hallgatóknak 1 félév (heti 1 alkalom, 2 óra gyakorlat) testnevelési foglalkozást kell teljesíteni. A testnevelés kurzus 1 kredit/félév kreditértékű.

A testnevelési kurzusok teljesítése a végbizonyítvány (abszolutórium) kiállításának előfeltétele.

A testnevelési kurzus felvétele a Neptun rendszerben a megadott határidőn belül lehetséges.

Felmentés kérhető egészségügyi, vagy igazolt versenysport tevékenység alapján.

Felmentési kérelmeket a <https://sportsci.unideb.hu/> honlapon található formanyomtatványon kell beadni.

Határidők: szeptember 30., ill. február 28.

Helye: Debreceni Egyetem Sporttudományi Koordinációs Intézet



## Az anyagtudományi mesterszak ajánlott tanterve 2022-től

Az előfeltétel előírásoknál az adott tárgy felvételéhez az előfeltétel tárgy teljesítése szükséges, kivéve:

- a (P) jelölés az előfeltétel tárgy legalább azonos (vagy korábbi) félévben történő felvételét követeli meg,
- a (V) jelöléssel megadott előfeltétel helyettesíti a megadott előfeltételt.
- a (K) jelölés nem a tárgyfelvevételre vonatkozik, hanem a vizsgára jelentkezés előfeltételét jelenti

A számonkérés módja **k** – **kollokvium** vagy **g** – **gyakorlati jegy** lehet. A megadott óraszámok előadás+gyakorlat+labor formában értendők.

### I. A szakképzettséghez vezető tudományágak, szakterületek

#### I. 1 Kötelező természettudományi gazdasági ismeretek

Tárgykód	Tantárgy	Félév/óraszám				Számonkérés	Kredit	Előfeltétel
		1	2	3	4			
TTMEAT-KT1	Bevezetés a közgazdaságtanba	2+0+0				k	3	
TTKME4013	Mérnöki kommunikáció		2+0+0			k	2	
TTKME4012	Menedzsment ismeretek			2+0+0		k	2	
TTFME0222	Számítógépes modellezés			1+0+3		g	5	TTFME0141

#### I.2 Vegyész, vegyészmérnök és egyéb alapképzettség esetén kötelező modul

Tárgykód	Tantárgy	Félév/óraszám				Számonkérés	Kredit	Előfeltétel
		1	2	3	4			
TTFME0206	Kondenzált Anyagok I	2+0+0				k	3	(k)TTFMG0206
TTFMG0206	Kondenzált Anyagok I	0+2+0				g	3	(p)TTFME0206
TTFML0216	Kondenzált anyagok laboratóriumi mérések I		0+0+1			g	2	TTFME0206
TTFME0209	Kondenzált Anyagok II			2+0+0		k	3	(p)TTFME0206 (k)TTFMG0209
TTFMG0209	Kondenzált Anyagok II			0+2+0		g	3	(p)TTFME0209
TTFML0219	Kondenzált anyagok laboratóriumi mérések II		0+0+1			g	2	TTFME0206

### I.3 Fizikus alapképzettség esetén kötelező modul

Tárgykód	Tantárgy	Félév/óraszám				Számonkérés	Kredit	Előfeltétel
		1	2	3	4			
TTKME0101	Általános kémia előadás	3+0+0				k	4	(k)TTKMG0101
TTKMG0101	Általános kémia számolási gyakorlat	0+3+0				g	3	(p)TKME0101
TTKML0101	Általános kémia laboratóriumi gyakorlat		0+0+3			g	3	TTKME0101
TTKME0211	Szervetlen Kémia		2+0+0			k	2	TTKME0101
TTKME0341	Szerves Kémia		2+1+0			k	4	TTKME0101

### II. Kötelező anyagkutatói szakmai ismeretek

Tárgykód	Tantárgy	Félév/óraszám				Számonkérés	Kredit	Előfeltétel
		1	2	3	4			
TTFME0211	Anyagvizsgálati módszerek	2+0+0				k	3	(k)TTFML0211
TTFML0211	Anyagvizsgálati módszerek gyakorlat	0+0+2				g	2	(p)TTFME0211
TTFME0202	Kerámiák és alkalmazásuk	2+1+0				g	5	
TTFME0203	Ionok az anyagtudományban		2+0+0			k	3	
TTKME0512	Műszeres analitika és anyagszerkezeti vizsgálatok		2+0+0			k	2	
TTKML4502	Műszeres analitika és anyagszerkezeti vizsgálatok labor			0+0+4		g	4	
TTKME4610	Műanyagipari technológiák	2+0+0				k	2	
TTKML4610	Műanyagipari technológiák gyakorlat	0+0+4				g	4	(p)TKML4610
TTFME0141	Diffúzió szilárd testekben		2+0+0			k	3	TTFME0212
TTFME0214	Nanotechnológia és nanoelektronika	2+1+0				k	4	
TTFME0213	Mikroszkópiás módszerek az anyagtudományban			2+0+2		g	5	TTFME0211
TTFME0212	Kondenzált Anyagok III	2+1+0				k	4	
TTFML0291	Diplomamunka I.			0+0+10		g	10	TTFME0141
TTFML0292	Diplomamunka II.				0+0+20	g	20	TTFML0291

### III. Kötelezően választható az intézmény által ajánlott speciális ismeretek

Az alábbi táblázatban szereplő tárgyak közül legalább 15 kreditet kell teljesíteni.

Tárgykód	Tantárgy	Félév/óraszám				Számonkérés	Kredit	Előfeltétel
		1	2	3	4			
TTFME0204	Felületfizika és Felületanalitikai módszerek		2+1+0			g	5	
TTFME0207	Nanobiotechnológia		2+0+0			k	3	
TTKME1211	Szerkezeti anyagok	2+0+0				k	3	
TTFME0208	Analitikai spektroszkópiai eljárások			2+0+0		k	3	
TTFME0223	Mágnesség és nanomágnesség előadás				2+0+0	k	3	(k) TTFML0223
TTFMG0223	Mágnesség és nanomágnesség gyakorlat				0+1+0	g	1	(p)TTFME0223
TTFML0223	Mágnesség és nanomágnesség labor				0+0+1	g	1	(p)TTFME0223
TTFME0205	Vákuumtechnika és vékonyrétegek előállítása				2+0+2	g	5	
TTKML5201	Szeretlen Kémia I. lab			0+0+6		g	4	TTKME0211
TTKME4401	Fizikai kémia és gyakorlati alkalmazások		2+1+0			k	3	
TTKML4401	Fizikai kémia és gyakorlati alkalmazások labor		0+0+1			g	1	(p)TTKME4401
TTKME0611	Makromolekuláris Kémia		2+0+0			k	3	
TTFME0201	A mikroelektronika anyagai és technológiái	2+0+0				k	3	(k) TTFML0201
TTFML0201	A mikroelektronika anyagai és technológiái labor	0+0+2				g	2	(p) TTFME0201
TTFME0210	Kvantummechanika			3+0+0		k	4	
TTFMG0210	Kvantummechanika			0+2+0		g	3	

### Szabadon választható tárgyak

Szabadon választhatók legalább 6 kredit értékben az anyagtudományi MSc tárgyi közül, nyelvi tárgyak, valamint a Debreceni Egyetemen meghirdetett összes szabadon választható tárgy.

## Tantárgyi tematikák

### Kötelező természettudományi gazdasági ismeretek

A tantárgy neve:		magyarul:	<b>Bevezetés a közgazdaságtanba</b>					Kódja:	<b>TTMEAT-KT1</b>	
		angolul:	<b>Introduction to Economics</b>							
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE GTK, Közgazdaságtan Intézet</b>								
Kötelező előtanulmány neve:							Kódja:			
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>0</b>	<b>aláírás+kollokvium</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Levelező	<b>X</b>	Féléves	<b>10</b>	Féléves	<b>0</b>	Féléves	<b>0</b>			
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Kapás Judit</b>				beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b> megismerjék a közgazdasági szemléletmód legalapvetőbb sajátosságait, illetve a közgazdasági elemzés fő alkalmazási területeit.										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b> Közgazdaságtani alapelvek. Piacok működése. A kormányzat piaci beavatkozásának hatásai. Termelési költségek. Piaci szerkezetek (tökéletes verseny és monopólium)										
<b>Kötelező olvasmány:</b> Mankiw, G. N. (2011). A közgazdaságtan alapjai. Osiris, Budapest.										
<b>Ajánlott szakirodalom:</b> Samuelson, P. A. – Nordhaus, W. D. (2000). Közgazdaságtan. KJK-KERSZÖV Jogi és Üzleti Kiadó Kft., Budapest. Heyne, P. – Boettke, P. – Prychitko, D. (2004). A közgazdasági gondolkodás alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.										

A tantárgy neve:		magyarul:	<b>Mérnöki kommunikáció</b>					Kódja:	<b>TTKME4013</b>	
		angolul:	<b>Engineering communication</b>							
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>Alkalmazott Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:							Kódja:			
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>x</b>	Heti	<b>2</b>	Heti		Heti		<b>kollokvium</b>	<b>2</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Kozma-Tóth Katalin</b>				beosztása:		

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

megismerkedjenek a kommunikáció jelenségeinek vizsgálatával a közvetlen, minden közvetítettséget nélkülöző kommunikatív események példáján. Képesek legyenek a társadalmi elvárásoknak megfelelően szóban és írásban kommunikálni, alkalmasak legyenek álláskeresésre, előadástartásra. Általános rálátással rendelkezzenek a pályázatírás, projektmenedzsment területére.

**A kurzus tartalma, témakörei**

A kommunikáció alapjai – Mi a kommunikáció? Formái, területei, kommunikációs zavarok, kommunikációs csatornák, állati kommunikáció, emberi kommunikáció, Verbális kommunikáció – Köszönés, bemutatkozás, bemutatás, megszólítás, társalgás, üzleti protokoll, illem, viselkedéstan, vokális kommunikáció, hivatalos levél, névjegykártya formái, Prezentáció készítés, Power Point használata, ppt sablonok, jó és rossz példák, Nyilvános szereplés, előadástartás - előkészülés, rövid és hosszú távú tervezés, alapszabályok, Non-verbális kommunikáció – Gesztusok, mimika, térközsabályozás, poszturális csatorna, Álláskeresési technikák, az álláskeresés csatornái, önéletrajzírás, motivációs levél készítésének szabályai, Felkészülés az állásinterjúra, állásinterjú fajtái, lehetséges kérdések, válaszok, viselkedési szabályok, Szervezeti kommunikáció, belső, külső kommunikáció, horizontális és vertikális kommunikáció, szervezeti hírnév, szervezeti kultúra, Csoportok kialakulása, jellemzői, fajtái, csoportos szellemi alkotótechnikák (brainstorming, Delphi módszer, Philips 66, 635 módszer, Nominál csoporttechnika), Projektmenedzsment - alapfogalmak, projekttervezés, projektkörnyezet, stakeholderek, kockázatmenedzsment, projektütemezés, projektkommunikáció, monitoring, Pályázatírás - pályázati rendszer, hazai, Európai Unió pályázati rendszer, pályázat írás lépései, megvalósíthatósági tanulmány, projektköltségvetés, pályázati adatlap kitöltése,

A digitális készségek fontossága az anyagtudományhoz kapcsolódó tevékenységekben

**Kötelező olvasmány:**

-

**Ajánlott szakirodalom:**

Allan Pease - Testbeszéd, Park Könyvkiadó, 1988  
 Eric Verzuh - Projektmenedzsment, HVG Könyvek, 2005  
 Robert Phipps - Beszélő testek, Akadémiai Kiadó, 2012  
 Sille István- Illem, etikett, protokoll, Akadémiai Kiadó, 2013  
 B. Bernát István - Pais Károlyné - Rétfalvi Györgyi - Szilágyi Erzsébet - Turi László - Média, kultúra, kommunikáció, Libri Kiadó, 2012  
 Görög Ibolya- Protokoll az életem, Athenaeum Kiadó, 2008

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Számítógépes modellezés</b>						Kódja:	TTFME0222	
	angolul:	<b>Computer simulation</b>								
<b>3. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizikai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:		Diffúzió szilárdtestekben						Kódja:	TTFME0141	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	X	Heti	2	Heti	2	Heti	0	kollokvium	5	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Erdélyi Zoltán</b>				beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

- korábbi kondenzált anyagok fizikája területén elsajátított ismeretekre és a Nanodiffúzió és szegregáció tárgyra alapozva, a modern nano-anyagtudományban használatos néhány fontosabb számítógépes módszer megismerése, Különös tekintettel a nem csak egyensúlyi állapotokat, hanem kinetikát is modellezni képes, atommozgási folyamatokon alapuló technikákra

**A kurzus tartalma, témakörei**

Számítógépes modellezés célja, helye a modern anyagtudományban; a számítógépes modellezés korlátai. A különböző technikákkal elérhető idő-, hosszúságskálák és dimenziók. Kontinuum modellek: véges differencia módszer, Fick egyenletek megoldása; véges térfogat módszer; véges térfogat módszer alkalmazása diffúzió és feszültség számítási problémákra vékonyfilmekben és multirétegekben (Stephenson modell). Diszkrét (atomisztikus) modellek: determinisztikus kinetikai modellek, alkalmazása: vékonyfilmekben és multirétegekben lejátszódó atomi mozgási folyamatok (kölcsonös keveredés, fáziszeparáció - spinodális bomlás, rendeződés, szilárdtest reakciók) felületi szegregáció; kinetikus Monte Carlo, alkalmazás: ua. mint a determinisztikus esetben, plusz nukleációs és növekedési folyamatok; molekula dinamika, alkalmazás: atommozgási mechanizmusok.  
A BIG Data módszerek alkalmazási lehetőségei az anyagtudományban.

**Kötelező olvasmány:**

Moodle elektronikus oktatási környezetben kiadott segédanyagok, példaprogramok.

**Ajánlott szakirodalom:**

Computer Simulation in Materials Science, Editors: Meyer, M., Pontikis, Vassilis  
Handbook of Materials Modeling: Editor Sidney Yip

**Vegyész, vegyészmérnök és egyéb alapképzettség esetén kötelező modul**

A tantárgy neve:	<b>Kondenzált anyagok 1</b>			Kódja:	<b>TTFME0206</b>	
Kötelező előtanulmány:	(k) Kondenzált anyagok 1 gyakorlat			Kódja:	(k)TTFMG0206	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató	neve:	<b>Cserhádi Csaba</b>		beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

- korábbi mechanikai, hőtani tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket kondenzált anyagok fizikája területén;
- megismerjék az alapvető kristályrendszereket és kristálytípusokat és ezen ismereteiket képesek legyenek használni különböző alapvető mennyiségek (sűrűség, rácsállandó, rácssíktávolság) kiszámítására;
- megismerjék az alapvető kristályhibákat, valamint a diffúzió fontosabb összefüggéseit;
- megismerjék és használják a rugalmasan és plasztikusan deformálható szilárd testek fizikáját;
- megismerjék a polimerek és kerámiák szerkezetét

megismerjék az anyagok alapvető mágneses tulajdonságait

### A kurzus tartalma, témakörei

Kötések: az atom szerkezete, kötőerők és kötési energia, elsődleges kötések (ionos, kovalens, fém), másodlagos kötések (van der Waals, hidrogén). Kristályrácsok: egységcella, fémek kristályos szerkezete, kristályrendszerek és kristálytípusok (primitív, bcc, fcc, hcp), krisztallográfiai pontok, irányok, síkok (Miller indexek), lineáris és síkbeli atomsűrűség, szoros pakolás, egykristályok, polikristályos anyagok, a diffrakció alapjai. Kristályhibák: legfontosabb kristályhibák, interstíciós atom, vakancia, él és csavar-diszlokáció, ötvözet, szilárd oldat, fázis és szemcsehatár. Diffúzió: a diffúzió definíciója és alapvető törvényei, időfüggetlen diffúziós egyenlet, illetve annak megoldása egyszerű kezdeti feltételek esetén, időfüggő diffúziós egyenlet, illetve annak megoldása egyszerű kezdeti és határfeltételek esetén. Deformálható testek: az anyag elasztikus jellemzői, Hooke-törvény, összefüggés a rugalmassági állandók között, szakítódiaagram, folyáshatár, szakítószilárdság, keménység, Hooke-törvény tenzoros alakja izotróp anyagokra. Diszlokációk és képlékeny alakváltozás: diszlokációk jellemzése, csúszási síkok, csúszás egy és polikristályos anyag esetén, deformáció ikresedéssel, az anyag szilárdságának növelése, rekristallizáció. Kerámiák és polimerek: kerámiák szerkezete, szilikátok és üvegek, kristályhibák és diffúzió kerámiákban, a kerámiák rugalmas jellemzői; polimerek szerkezete, polimer molekulák (molekula súly, alak, szerkezet, konfiguráció), termo és duroplasztikus polimerek, kopolimerek, kristályos polimerek, a polimerek mechanikai tulajdonságai. Mágneses tulajdonságok: a mágnesség alapvető fogalmai, a mágnesség és az anyag szerkezetének kapcsolata, dia, para, ferro, ferri és antiferro mágnesség, a hőmérséklet hatása a mágneses anyagokra (Curie és Neel hőmérséklet), mágneses domének. Modern anyagvizsgálati módszerek: optikai és pásztázó elven működő mikroszkópok (transzmissziós és pásztázó elektronmikroszkóp, pásztázó szonda mikroszkópok) és azok különböző üzemmódjai, a röntgen diffraktométer.

### Kötelező olvasmány:

Charles Kittel: Bevezetés a szilárd test fizikába, Műszaki könyvkiadó, Budapest

A.G. Guy: Fémfizika, Műszaki könyvkiadó Budapest 1978

### Ajánlott szakirodalom:

William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch Materials Science and Engineering, An Introduction, Wiley

M.A. Omar: Elementary Solid State Physics, Principles and Applications

A tantárgy neve:	<b>Kondenzált anyagok 1 gyakorlat</b>			Kódja:	<b>TTFMG0206</b>	
Kötelező előtanulmány:	(p) Kondenzált anyagok 1 előadás			Kódja:	(p) TTFME0206	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>gyakorlati jegy</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató	neve:	<b>Cserháti Csaba</b>		beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	

### A kurzus célja, hogy a hallgatók

- korábbi mechanikai, hőtani tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket kondenzált anyagok fizikája területén;
- megismerjék az alapvető kristályrendszereket és kristálytípusokat és ezen ismereteiket képesek legyenek használni különböző alapvető mennyiségek (sűrűség, rácsállandó, rácsáttávolság) kiszámítására;
- megismerjék az alapvető kristályhibákat, valamint a diffúzió fontosabb összefüggéseit;
- megismerjék és használják a rugalmasan és plasztikusan deformálható szilárd testek fizikáját;
- megismerjék a polimerek és kerámiák szerkezetét

megismerjék az anyagok alapvető mágneses tulajdonságait

### A kurzus tartalma, témakörei

Kötések: az atom szerkezete, kötőerők és kötési energia, elsődleges kötések (ionos, kovalens, fém), másodlagos kötések (van der Waals, hidrogén). Kristályrácsok: egységcella, fémek kristályos szerkezete, kristályrendszerek és kristálytípusok (primitív, bcc, fcc, hcp), krisztallográfiai pontok, irányok, síkok (Miller indexek), lineáris és síkbeli atomsűrűség, szoros pakolás, egykristályok, polikristályos anyagok, a diffrakció alapjai. Kristályhibák: legfontosabb kristályhibák, interstíciós atom, vakancia, él és csavar-diszlokáció, ötvözet, szilárd oldat, fázis és szemcsehatár. Diffúzió: a diffúzió definíciója és alapvető törvényei, időfüggetlen diffúziós egyenlet, illetve annak megoldása egyszerű kezdeti feltételek esetén, időfüggő diffúziós egyenlet, illetve annak megoldása egyszerű kezdeti és határfeltételek esetén. Deformálható testek: az anyag elasztikus jellemzői, Hooke-törvény, összefüggés a rugalmassági állandók között, szakítódiaagram, folyáshatár, szakítószilárdság, keménység, Hooke-törvény tenzoros alakja izotrop anyagokra. Diszlokációk és képlékeny alakváltozás: diszlokációk jellemzése, csúszási síkok, csúszás egy és polikristályos anyag esetén, deformáció ikresedéssel, az anyag szilárdságának növelése, rekristallizáció. Kerámiák és polimerek: kerámiák szerkezete, szilikátok és üvegek, kristályhibák és diffúzió kerámiákban, a kerámiák rugalmas jellemzői; polimerek szerkezete, polimer molekulák (molekula súly, alak, szerkezet, konfiguráció), termo és duroplasztikus polimerek, kopolimerek, kristályos polimerek, a polimerek mechanikai tulajdonságai. Mágneses tulajdonságok: a mágnesség alapvető fogalmai, a mágnesség és az anyag szerkezetének kapcsolata, dia, para, ferro, ferri és antiferro mágnesség, a hőmérséklet hatása a mágneses anyagokra (Curie és Neel hőmérséklet), mágneses domének. Modern anyagvizsgálati módszerek: optikai és pásztázó elven működő mikroszkópok (transzmissziós és pásztázó elektronmikroszkóp, pásztázó szonda mikroszkópok) és azok különböző üzemmódjai, a röntgen diffraktométer.

### Kötelező olvasmány:

Charles Kittel: Bevezetés a szilárd test fizikába, Műszaki könyvkiadó, Budapest

A.G. Guy: Fémfizika, Műszaki könyvkiadó Budapest 1978

### Ajánlott szakirodalom:

William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch Materials Science and Engineering, An Introduction, Willey

M.A. Omar: Elementary Solid State Physics, Principles and Applications

A tantárgy neve:	<b>Kondenzált anyagok 2</b>			Kódja:	<b>TTFME0209</b>	
Kötelező előtanulmány:	(p) Kondenzált anyagok 1 (k) Kondenzált anyagok 2 gyakorlat			Kódja:	(p)TTFME0206 (k)TTFMG0209	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	2	0	0	<b>kollokvium</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató	neve:	<b>Erdélyi Zoltán</b>		beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	

### A kurzus célja, hogy a hallgatók

- korábbi mechanikai, hőtani kondenzált anyagok tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket kondenzált anyagok fizikája területén;
- megismerjék és képesek legyenek használni a kétalkotós fázisdiagrammokat;
- megismerjék a rácsrezgések, a fononok elméletének alapjait, melyet felhasználva képesek legyenek a kristályos szilárdtestek néhány tulajdonságának (fajhő, hővezetés) leírására;
- megismerjék a fémek szabad-elektron modelljét, melyet felhasználva megértsék a fémek elektromos vezetőképességének és fajhőjének mikroszkopikus hátterét;

megismerjék a szilárdtestek sávmélettének alapjait, az alapvető félvezető eszközöket, az anyagok alapvető optikai tulajdonságait



**A kurzus tartalma, témakörei**

Fázisdiagramok: oldékonysági határ, fázisok, mikroszerkezet, fázisegyensúly, egy- és izomorf kétkomponensű fázisdiagrammok, eutektikus ötvözetek, fázis szabály, köztes fázisok, vegyületfázisok. Rácsrezgések: rugalmas hullámok kontinuumban, rezgési módok, kontinuum állapot-sűrűsége, fahő (Einstein modell, Debye modell); a fonon; hullámmozgás azonos atomokból álló láncon, egydimenziós kristály kétféle atomból, hővezetés; röntgen-, neutron sugárzás és látható fény rugalmatlan szórása rácson. Fémek szabad-elektron modellje: a fajlagos elektromos vezetőképesség és az Ohm-törvény; az elektromos ellenállás hőmérsékletfüggése, a vezetési elektronok fahője; Fermi felület; hővezetés fémekben; Hall effektus; a szabad-elektron modell határai. Szilárdtestek sávelemélete: hullámfüggvények periodikus ráciban, Bloch-tétel, Brillouin-zónák; tiltott sáv eredete; Kronig-Penney modell; Félvezetők: intrinszik félvezetők, lyukak, saját vezetőképesség; extrinszik félvezetők, adalékolás; félvezető eszközök, dióda, tranzisztor. Dielektrikumok: ferro- és piezoelektromos anyagok. Optikai tulajdonságok: fémek optikai tulajdonságai, nem fémes anyagok optikai tulajdonságai, törés visszaverődés, reflexióképesség, abszorpció, transzmisszió, szín, szigetelők átlátszósága és áttetszősége, lumineszcencia, fényvezetés; optikai eszközök, fotodióda, napelem, optikai szál.

**Kötelező olvasmány:**

Charles Kittel: Bevezetés a szilárd test fizikába, Műszaki Könyvkiadó, Budapest

A.G. Guy: Fémfizika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978

Ajánlott szakirodalom:

William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch Materials Science and Engineering, An Introduction, Wiley

M.A. Omar: Elementary Solid State Physics, Principles and Applications

A tantárgy neve:	<b>Kondenzált anyagok 2 gyakorlat</b>			Kódja:	<b>TTFMG0209</b>	
Kötelező előtanulmány:	(p) Kondenzált anyagok 2 előadás			Kódja:	(p) TTFBE0209	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>gyakorlati jegy</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató	neve:	<b>Erdélyi Zoltán</b>		beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

- korábbi mechanikai, hőtani kondenzált anyagok tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket kondenzált anyagok fizikája területén;
- megismerjék és képesek legyenek használni a kétalkotós fázisdiagrammokat;
- megismerjék a rácsrezgések, a fononok elméletének alapjait, melyet felhasználva képesek legyenek a kristályos szilárdtestek néhány tulajdonságának (fahő, hővezetés) leírására;
- megismerjék a fémek szabad-elektron modelljét, melyet felhasználva megértsék a fémek elektromos vezetőképességének és fahőjének mikroszkopikus hátterét;

megismerjék a szilárdtestek sáveleméletének alapjait, az alapvető félvezető eszközöket, az anyagok alapvető optikai tulajdonságait

**A kurzus tartalma, témakörei**

Fázisdiagramok: oldékonysági határ, fázisok, mikroszerkezet, fázisegyensúly, egy- és izomorf kétkomponensű fázisdiagrammok, eutektikus ötvözetek, fázisszabály, köztes fázisok, vegyületfázisok. Rácsrezgések: rugalmas hullámok kontinuumban, rezgési módok, kontinuum állapotossűrűsége, fahó (Einstein modell, Debye modell); a fonon; hullámmozgás azonos atomokból álló láncon, egydimenziós kristály kétféle atomból, hővezetés; röntgen-, neutron sugárzás és látható fény rugalmatlan szórása rácson. Fémek szabad-elektron modellje: a fajlagos elektromos vezetőképesség és az Ohm-törvény; az elektromos ellenállás hőmérsékletfüggése, a vezetési elektronok fajhője; Fermi felület; hővezetés fémekben; Hall effektus; a szabad-elektron modell határai. Szilárdtestek sávelemélete: hullámfüggvények periodikus ráciban, Bloch-tétel, Brillouin-zónák; tiltott sáv eredete; Kronig-Penney modell; Félvezetők: intrinszik félvezetők, lyukak, saját vezetőképesség; extrinszik félvezetők, adalékolás; félvezető eszközök, dióda, tranzisztor. Dielektrikumok: ferro- és piezoelektromos anyagok. Optikai tulajdonságok: fémek optikai tulajdonságai, nem fémek optikai tulajdonságai, törés visszaverődés, reflexióképesség, abszorpció, transzmisszió, szín, szigetelők átlátszósága és áttetszősége, lumineszcencia, fényvezetés; optikai eszközök, fotodióda, napelem, optikai szál.

**Kötelező olvasmány:**

Charles Kittel: Bevezetés a szilárd test fizikába, Műszaki könyvkiadó, Budapest

A.G. Guy: Fémfizika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978

Ajánlott szakirodalom:

William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch Materials Science and Engineering, An Introduction, Wiley

M.A. Omar: Elementary Solid State Physics, Principles and Applications

A tantárgy neve:	<b>Kondenzált anyagok laboratóriumi mérések 1</b>			Kódja:	<b>TTFML0216</b>	
Kötelező előtanulmány:	Kondenzált anyagok 1			Kódja:	TTFME0206	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>kollokvium</b>	<b>2</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató	neve:	<b>Cserhádi Csaba</b>		beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

a kondenzált anyagok témaköréből vett 4 db 4 órás mérési gyakorlatok segítségével a tárgyra vonatkozó ismeretek bővítése.

**A kurzus tartalma, témakörei**

A kurzus során az alábbi nyolc mérésből négyet kell választania a hallgatónak: Mágneszettség hőmérsékletfüggésének vizsgálata, koercitív erő és hiszterézis mérése. Keménység és szakítószilárdság mérése. A differenciális termoanalízis alapjai. Elektromos ellenállás hőmérsékletfüggésének vizsgálata. Diffúzió mérése folyadékfázisban. Barkhausen-zaj mérése.

**Kötelező olvasmány:**

A méréshez az Intézetben készített, 10-20 oldalas mérési utasítás tartozik.

Ajánlott szakirodalom:

A tantárgy neve:		<b>Kondenzált anyagok laboratóriumi mérések 2</b>			Kódja:	<b>TTFML0219</b>
Kötelező előtanulmány:		Kondenzált anyagok laboratóriumi mérések 1			Kódja:	TTFME0206
Típus	Heti óraszámok					
	Előadás		Gyakorlat		Labor	Követelmény
Nappali	<b>0</b>		<b>0</b>		<b>1</b>	
Tantárgyfelelős oktató		neve: <b>Cserhádi Csaba</b>			beosztása	<b>egyetemi tanár</b>
<p><b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b></p> <p>a kondenzált anyagok témaköréből vett 4 db 4 órás mérési gyakorlat segítségével a tárgyra vonatkozó ismeretek bővítése.</p> <p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <p>A kurzus során az alábbi hat mérésből négyet kell választania a hallgatónak: Ferromágnes anyagok mágneses tulajdonságainak hőmérsékletfüggése. Metallográfia. Mérések pásztázó elektronmikroszkóppal. Mérések transzmissziós elektronmikroszkóppal. Ötvözetek előállítása ívolvasztással. Multirétegek előállítása és vizsgálata</p> <p><b>Kötelező olvasmány:</b></p> <p>A méréshez az Intézetben készített, 10-20 oldalas mérési utasítás tartozik.</p> <p>Ajánlott szakirodalom:</p>						

## Fizikus alapképzettség esetén kötelező modul

A tantárgy neve:		magyarul: <b>Általános kémia I. (előadás)</b>		Kódja:		<b>TTKME0101</b>				
		angolul: <b>General chemistry I. (lecture)</b>								
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:						Kódja:				
Típus	Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve	
	Előadás		Gyakorlat		Labor					
Nappali	<b>x</b>	Heti	<b>3</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	<b>4</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve: <b>Dr. Kalmár József</b>			beosztása:		<b>egyetemi docens</b>			
<p><b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b></p> <p>kellő alapismereteket szerezzenek ahhoz, hogy a későbbiekben tanult szerves, szervetlen, analitikai, fizikai stb. kémia kurzusok alapvető fogalmait és törvényszerűségeit könnyebben megértsék. Megismerjék azon anyagszerkezeti alapelveket, melyekkel értelmezhető az atomok, molekulák, ionok szerkezete és tulajdonságai, valamint a kötések kialakulásának feltételei. Emellett bemutatja azon kémiai számítások (pl. sav-bázis) elméleti hátterét, mely megalapozza az általános kémia szeminárium anyagát.</p> <p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p>										

A kémia tárgya és fejlődése, kapcsolata más természettudományokkal. Az atom- és molekulafogalom kialakulása, az atomok felépítése, atommodellek. A kémiai kötés különböző formái, a molekulák és halmazok szerkezete. Gázok, folyadékok és szilárd testek jellemzése. A kémiai egyensúly és alkalmazási lehetőségei. A kémiai reakciók csoportosítása, sav-bázis és redoxi reakciók, az elektrokémiai alapjai.

**Kötelező olvasmány:**

Ajánlott szakirodalom:

*Veszprémi Tamás: Általános kémia (Akadémiai Kiadó, 2015)*

*J. McMurray, R.C. Fay : Chemistry (Pearson Education Inc. New Jersey, 2016)*

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Általános kémia I. (szeminárium)</b>						Kódja:	<b>TTKMG0101</b>	
	angolul:	<b>General chemistry I. (seminar)</b>								
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:							Kódja:			
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	0	Heti	3	Heti	0	<b>gyakorlati jegy</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Várnagy Katalin</b>				beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

a kémiai számítások és reakció egyenletek rendezése területén az alapfogalmakat elsajátítsák, elmélyítsék és alkalmazni tudják mind a kémiai számítások, mind a kémiai laboratóriumi gyakorlatok során.

**A kurzus tartalma, témakörei**

Az alapfogalmak (vegyjel, képlet, anyagmennyiség, relatív- és moláris tömeg) alkalmazása sztöchiometriai számítási feladatokban. Koncentrációegységek (százalékos összetétel, molaritás, molalitás, tömegkoncentráció) megismerése és alkalmazása koncentrációszámítási feladatokban. Az egyenletrendezés alapelvei (láncszabály és oxidációs szám alapján), alkalmazásuk kémiai számítási feladatokban. A gáztörvények megismerése, alkalmazásuk kémiai számítási feladatokban. A pH fogalma, egyértékű erős savak és bázisok, sók, pufferek pH-jának számítása.

**Kötelező olvasmány:**

Ajánlott szakirodalom:

*Farkas E., Fábán I., Kiss T., Posta J., Tóth I., Várnagy K: Általános és analitikai kémiai példatár (oktatási segédanyag, Egyetemi Kiadó, Debrecen)*

*Villányi Attila, Ötösöm lesz kémiából (Műszaki Kiadó, Budapest)*

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Általános kémia II (laboratóriumi gyakorlat)</b>						Kódja:	<b>TTKML0101</b>
	angolul:	<b>General chemistry II (practice)</b>							
<b>2. félév</b>									
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék</b>							

Kötelező előtanulmány neve:		Általános kémia I. (előadás és szeminárium)						Kódja:	TTKME0101 TTKMG0101	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	0	Heti	0	Heti	3	gyakorlati jegy	3	Magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve: <b>Dr. Sebestyén Annamária</b>						beosztása:	mestertanár	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
a kémiai gyakorlati ismereteket és laboratóriumi alapszereket elsajátítsák, elmélyítsék.										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
A laboratóriumi munkarend és a legfontosabb laboratóriumi eszközök megismerése. Alapvető mérések: tömeg-, térfogat- és sűrűségmérés elsajátítása. Alapvető laboratóriumi módszerek: oldás, hígítás, dekantálás, szűrés, gázpalackok használatának elsajátítása. Sav-bázis titrálás végzése, egyszerű preparátumok előállítása, alap laboratóriumi mérések elvégzése.										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
Gyakorlati feladatok leírása (oktatási segédanyag)										
<i>Király Róbert</i> , Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba (oktatási segédanyag)										
Ajánlott szakirodalom:										
<i>Dr. Lengyel Béla</i> , Általános és szerves kémiai praktikum (Tankönyvkiadó, Budapest)										
<i>Kollár György, Kis Júlia</i> , Általános és szerves preparatív kémiai gyakorlatok (Tankönyvkiadó, Budapest)										

A tantárgy neve:		magyarul: <b>Szerves kémia</b>						Kódja:	<b>TTKME0211</b>	
		angolul: <b>Inorganic chemistry</b>								
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>Szerves és Analitikai Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:		Általános kémia I. (előadás)						Kódja:	TTKME0101	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	2	Heti	0	Heti	0	kollokvium	2	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve: <b>Dr. Várnagy Katalin</b>						beosztása:	egyetemi tanár	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
megismerjék a fontosabb szerves vegyületeket és elsajátítsák azok kimutatásának elvi alapjait, továbbá megismerjék az emberi környezetre veszélyes szerves anyagok tulajdonságait és azok kezelési szabályait, illetve megsemmisítésének lehetőségeit.										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
A periódusos rendszer felépítése, az elemek csoportosítása és az egyes csoportok jellemző tulajdonságai. Az elemek gyakorisága és előfordulása a világegyetemben és a földkéregben. Az elemek előfordulásának kémiai formái. Az elemek előállításának általános módszerei. A nemesfémek kinyerése és a redukációs eljárások alapjai. A fémkohászat környezeti vonatkozásai.										
A fontosabb nemfém elemek és környezeti hatásaik. A halogének, az oxigén, kén, nitrogén, foszfor és szén fontosabb tulajdonságai. Az ózon szerepe a légkörben. A fémek általános jellemzése, tulajdonságaik. Az alumínium, a vas és a nemesfémek gyakorlati alkalmazásai. Korrózió és korrózióvédelem.										
A fontosabb szerves vegyületek csoportosítása. A hidridek és gyakorlati alkalmazásai. A halogénidek										

csoportosítása, jellemző tulajdonságaik és kimutatásuk. Az oxidok csoportosítása, tulajdonságaik. A kén, a nitrogén és a szén oxidjai és környezeti hatásaik. A savas esők, füstködök és az üvegházhatás kialakulásának kémiai háttere. A fémek oxidjai, összetett oxidjai, származékaik és gyakorlati alkalmazásaik.

A fémek fontosabb vegyületei és ipari alkalmazásaik. A fémionok analitikai kimutatásának elvi alapjai. A komplexvegyületek általános jellemzése, a fémionok és ligandumok komplexképző hajlama. A fémionok élettani hatása, toxikus és létfontosságú elemek.

#### Kötelező olvasmány:

#### Ajánlott szakirodalom:

Dr. Lázár István: Általános és szervetlen kémia, Debreceni Egyetemi Kiadó

N.N. Greenwood, A. Earnshaw, Az elemek kémiája, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004.

A tantárgy neve:		magyarul:	<b>Szerves kémia</b>				Kódja:	<b>TTKME0341</b>	
		angolul:	<b>Organic Chemistry</b>						
<b>A képzés 2. féléve</b>									
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Szerves Kémiai Tanszék</b>							
Kötelező előtanulmány neve:		Általános kémia előadás				Kódja:	TTKME0101		
Típus		Heti óraszámok					Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor			
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>1</b>	Heti	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	<b>4</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves			
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Kurtán Tibor</b>			beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	
<p><b>A kurzus célja,</b> hogy a hallgatók megismerjék a szerves vegyületek kémiájának megértéséhez, értelmezéséhez szükséges alapvető fogalmakat és elméleteket, valamint a szénhidrogének (telített, telítetlen és aromás) alapvető fizikai, kémiai tulajdonságait, előállítási módjait.</p>									
<p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Szerves kémiai alapismeretek összefoglalása.</li> <li>- Kémiai kötés és kötés elméletek ismertetése, összehasonlítása.</li> <li>- Sav-bázis elméletek áttekintése.</li> <li>- Izomériák és sztereokémiai alapfogalmak. Szerkezet meghatározás alapjai.</li> <li>- Kémiai reakciók osztályozása.</li> <li>- Funkcióscsoportok és a szerves kémiai nevezéktan alapjai.</li> <li>- Alkánok, alkének, alkinek, mono- és policiklusos, homo- és heteroaromás szénhidrogének kötésrendszerének, nevezéktanának, előállításának és reakcióinak tárgyalása.</li> </ul>									
<p><b>Kötelező olvasmány:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Az előadásokhoz, szemináriumokhoz készített, valamint az e-learning rendszerbe feltöltött ábra anyag, fogalom és feladatgyűjtemény.</li> </ol>									
<p><b>Ajánlott szakirodalom:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antus Sándor-Mátyus Péter: Szerves kémia I-III, Nemzedékek tudása Tankönyvkiadó., Budapest 2014.</li> <li>2. Kajtár Márton – Változatok négy elemre, Elte Eötvös Kiadó, 2009.</li> <li>3. John McMurry Organic Chemistry, 8<sup>th</sup> edition, Brooks/Cole, 2011.</li> <li>4. T.W.Graham Solomons ,Craig B. Fryhle, Scott A. Snyder ,Organic Chemistry, 12<sup>th</sup>edition, John Wiley&amp;Sons Inc. 2016.</li> <li>5. Herbert Meislich, EstelleMeislich, Jacob Sharefkin - 3000 SolvedProblem in OrganicChemistry (1994)</li> </ol>									

## Kötelező anyagkutatói ismeretek

A tantárgy neve:		magyarul:	Anyagvizsgálati módszerek					Kódja:	TTFME0211	
		angolul:	Methods of material's testing							
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:							Kódja:			
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	2	Heti	0	Heti	0	kollokvium	3	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		Daróczy Lajos				beosztása:	egyetemi docens	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b> megismerjék a legfontosabb anyagvizsgálati eljárások fizikai alapelveit, az egyes módszerek alkalmazási területeit, az anyagvizsgálatban alkalmazott műszereket és azok szakszerű használatát.										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b> Mechanikai módszerek: szakítóvizsgálat, ütőmunka mérés, keménységmérés, fársztóvizsgálat; mikroszkópia: optikai mikroszkópia, transzmissziós elektronmikroszkópia, pásztázó elektronmikroszkópia, térion-mikroszkópia, pásztázó alagút elektronmikroszkópia, atomerő mikroszkópia; mágneses tulajdonságok vizsgálata: mágnesezési görbe mérése, magnetométerek, Barkhausen-zajmérés; anyagvizsgálat ionokkal: szekunder-ion tömegspektrometria, szekunder neutrális rész tömegspektrometria, Rutherford visszaszórás; röntgenspektrometria: elektronsugaras mikroanalízis, röntgenfluorszcens analízis, proton indukált röntgensugárzás; elektronspektroszkópia: elektron-energiavesztési spektroszkópia, fotoelektron spektroszkópia, Auger-elektron spektroszkópia; diffrakciós módszerek: röntgendiffrakció, elektrondiffrakció, neutrontdiffrakció										
<b>Kötelező olvasmány:</b> Anygvizsgálati módszerek oktatási anyag (moodle.phys.unideb.hu)										
<b>Ajánlott szakirodalom:</b> Dr. Gillemot László: Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986 Zorkóczy: Metallográfia és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1971 Radnóczy György: Transzmissziós elektronmikroszkópia, Debreceni Egyetem, egyetemi jegyzet Posgay Imre : Pásztázó elektronmikroszkópia, egyetemi jegyzet C.Giocavazzo: Fundamentals of Crystallography, Oxford University Press 1992 D.B. Williams and C.B.Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press 1996 Szilárd testek vizsgálata elektronokkal , ionokkal és röntgensugárzással, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1984 E.N. Kaufmann (ed.): Characterisation of materials, Wiley,2003 D.D. Brandon, W.D. Kaplan: Microstructural Characterisation of Materials, Wiley, 1999										

A tantárgy neve:		magyarul:	Anyagvizsgálati módszerek					Kódja:	TTFMG0211
------------------	--	-----------	---------------------------	--	--	--	--	--------	-----------



		angolul:		Methods of material's testing						
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:				Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék						
Kötelező előtanulmány neve:				Anyagvizsgálati módszerek előadás				Kódja:	(p)TTFMG0211	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	0	Heti	0	Heti	2	gyakorlati jegy	1	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató				neve:		Daróczy Lajos		beosztása:	egyetemi docens	
<p><b>A kurzus célja,</b> hogy a hallgatók megismerjék a legfontosabb anyagvizsgálati eljárások műszereit, azok kezelését és a mérési eredmények kiértékelésének módszereit.</p>										
<p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <p>Mechanikai módszerek: szakítóvizsgálat, keménységmérés,; mikroszkópia: optikai mikroszkópia, transzmissziós elektronmikroszkópia, pásztázó elektronmikroszkópia, atomerő mikroszkópia; mágneses tulajdonságok vizsgálata: mágnesezési görbe mérése, Barkhausen-zajmérés; anyagvizsgálat ionokkal: ionometria, szekunder neutrális rész tömegspektrometria, elektronspektroszkópia, röntgenspektrometria: elektronsugaras mikroanalízis,; diffrakciós módszerek: röntgendiffrakció, elektrondiffrakció,</p>										
<p><b>Kötelező olvasmány:</b></p> <p>Anyagvizsgálati módszerek oktatási anyag (<a href="http://moodle.phys.unideb.hu">moodle.phys.unideb.hu</a>)</p> <p>Ajánlott szakirodalom:  Dr. Gillemot László: Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986  Zorkóczy: Metallográfia és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1971  Radnóczy György: Transzmissziós elektronmikroszkópia, Debreceni Egyetem, egyetemi jegyzet  Posgay Imre : Pásztázó elektronmikroszkópia, egyetemi jegyzet  C.Giocavazzo: Fundamentals of Crystallography, Oxford University Press 1992  D.B. Williams and C.B.Carter: Transmission Electron Microscopy, Plenum Press 1996  Szilárd testek vizsgálata elektronokkal , ionokkal és röntgensugárással, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1984  E.N. Kaufmann (ed.): Characterisation of materials, Wiley,2003  D.D. Brandon, W.D. Kaplan: Microstructural Characterisation of Materials, Wiley, 1999</p>										

A tantárgy neve:		magyarul:		Kerámiák és alkalmazásuk				Kódja:	TTFME0202	
		angolul:		Ceramics and their applications						
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:				Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék						
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	2	Heti	1	Heti	0	gyakorlati jegy	5	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató				neve:		Dr. Szabó István		beosztása:	egyetemi docens	



**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

A kerámiák és oxidok anyagcsaládjának sajátosságai, alkalmazási területeinek alapvető tulajdonságait.

**A kurzus tartalma, témakörei**

A kerámiák szerkezete, fizikai tulajdonságok és a kémiai kötés kapcsolata, Ponthibák kerámiákban, összetétel és hőmérséklet függés. Transzport folyamatok, ionos vezetés, Termodinamikai és kinetikus elméletek, Fázisegyensúly, állapotábra. Szinterelés és szemcsenövekedés, Előállítási módszerek. Mechanikai és törésmechanikai tulajdonságok. Termikus tulajdonságok. Porózus anyagok, aerogélek és membránok. Törésmechanikai viselkedés és kúszás. Dielektromos, mágneses és optikai tulajdonságok. Alkalmazási területek: üvegek, biokompatibilis kerámiák, mágneses és szupravezetők, elektróda anyagok, molekuláris szűrők.

**Kötelező olvasmány:**

M.W. Barsoum: Fundamentals of Ceramics, Taylor and Francis 2003.

**Ajánlott szakirodalom:**

Kingery, W.D. Brine H.I., D. Ching, X-M: Physical Ceramics, Wiley, MIT series, 1997

A tantárgy neve:		magyarul: Ionok az anyagtudományban	Kódja:		TFME0203		
		angolul: Ions in Materials Science					
<b>2. félév</b>							
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék					
Kötelező előtanulmány neve:				Kódja:			
Típus		Heti óraszámok				Követelmény	Kredit
		Előadás		Gyakorlat		Labor	
Nappali	x	Heti	2	Heti	0	Heti	0
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves	
				<b>kollokvium</b>			<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Rajta István</b>		beosztása:	<b>tudományos főmunkatárs</b>
<b>Kötelező olvasmány:</b>							
Az előadások anyaga PPTX formátumban a hallgatók számára kiadva.							
<b>Ajánlott szakirodalom:</b>							
Angol nyelven:							
Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications							
M. Natasi, J.W. Mayer and J.K. Hirvonen, Cambridge University Press, 1996							
Backscattering Spectrometry							
W. K. Chu, Academic Press, 1978							
Materials Analysis by Ion Channeling							

L. C. Feldman, J.W. Mayer and S.T. Picraux, Academic Press, 1982  
The Stopping and Range of Ions in Solids  
J.F. Ziegler, J.P. Biersack and U. Littmark, Pergamon Press, 1985.  
Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis  
Materials Research Society, Pittsburg, 1995  
Materials Analysis using a Nuclear Microprobe  
M. B. H. Breese, D. N. Jamieson, P. J. C. King, Wiley, 1996  
Principles and applications of high-energy ion microbeams  
F. Watt, G.W. Grime, J.A. Cookson, Taylor & Francis, 1987  
Beam optics of quadrupole probe-forming systems  
G.W. Grime, F. Watt, Taylor & Francis, 1984  
Handbook of microlithography, micromachining, and microfabrication  
P. Rai-Choudhury, SPIE Optical Engineering Press, 1997  
Ion Beams for Materials Analysis  
J.R. Bird and J.S. Williams, Academic Press, 1989

Magyar nyelven:

Kísérleti fizika

Budó Ágoston, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986

Kísérleti fizika

Dede Miklós, KLTE TTK jegyzet, 1986

A pásztázó proton mikroszonda telepítése és tudományos alkalmazásai

Rajta István, PhD disszertáció, 1996

A Rutherford-visszaszórás és „karrierje” a mikroelektronikában

Gyulai József, Fizikai Szemle 2011/9, 293.o.

Magyar innovációk a Rutherford-visszaszórási technikában

Kótai Endre, Szilágyi Edit, Fizikai Szemle 2011/9, 301.o.

Rutherford és a százéves magfizika

Bencze Gyula, Fizikai Szemle 2011/6, 191.o.

Rutherford aktualitása

Berényi Dénes, Fizikai Szemle 2011/6, 198.o.

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

Megismerjék a MeV energiájú ionnyalábok előállításának eszközeit (részecskegyorsítók), a nyaláb útján lévő eszközök felépítését és használatát (az ide vonatkozó: ionforrások, gyorsítócső, nyalábvezető és fókuszáló eszközök, vákuumrendszerek, céltárgy). Ezek után megismerik a legfontosabb alkalmazási területeket, elsősorban az anyagtudományban és más interdiszplináris példákon keresztül is.

**A kurzus tartalma, témakörei**

A MeV energiájú ionnyalábok előállításának eszközeit (részecskegyorsítók), a nyaláb útján lévő eszközök felépítésése, ionforrások, gyorsítócső, nyalábvezető és fókuszáló eszközök, vákuumrendszerek, céltárgy, Ionnyaláb analitikai módszerek, mikromegmunkálás és ezek alkalmazásai.

A tantárgy neve:		magyarul:	<b>Műszeres analitikai és anyagszerkezeti vizsgálatok</b>					Kódja:	<b>TTKME0512</b>	
		angolul:	<b>Instrumental and material analysis</b>							
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:			<b>DE TTK, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék</b>							
Kötelező előtanulmány neve:							Kódja:			
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>0</b>	<b>Kollokvium</b>	<b>2</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató			neve:		<b>Prof.Dr. Fábíán István</b>			beosztása	<b>egyetemi tanár</b>	
<p><b>A kurzus célja,</b> hogy az alapképzésben már ismertetésre került egyes alapvető műszeres analitikai módszerekről tanultakat újabb ismeretekkel egészítse ki, a hallgatók megismerjék a műszeres analitikai módszerek elvét, alapvető jellemzőit, a kapcsolódó analitikai fogalmakat, valamint a megismert módszerek lehetséges alkalmazásait.</p> <p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <p>Mintavételi módszerek. Minták tárolása. Mintaelőkészítési módszerek. Minőségbiztosítási alapfogalmak (GMP, GLP). Teljesítményjellemzők, kiértékelési módszerek. Atomspektroszkópiás módszerek. ICP-AES. Lézerablációs mintabevitel. ICP-MS, Grafítkemencés AAS. Lehetséges zavaróhatások az atomspektrometriában és az alkalmazható háttérkorrekciós technikák.</p> <p>Gélelektroforézis és alkalmazási területei. Detektálás gélen. Kapilláris elektroforézis. Elektroozmózis. Elektroforetikus technikák és jelentőségük a gyógyszeripar új irányzataiban. Jelöléses analitikai módszerek főbb típusai. Immunoanalitikai módszerek. ELISA</p> <p>Ioncserés kromatográfia. Ionkromatográfia. Szuperkritikus fluid kromatográfia. Szuperkritikus fluid extrakció és alkalmazásának speciális előnyei az élelmiszeriparban.</p> <p>Mikrofluidikai alkalmazások az analitikában. Lab-on-a-chip. Szenzorok jellemzése, csoportosítása. Elektrokémiai és félvezető szenzorok. Bioszenzorok. Vércukor szenzor. Optódák. Csillapított teljes reflexió spektrometria (ATR). Felületi plazmon rezonancia spektrometria (SPR).</p> <p>A polarográfia alapjai, eszközei. Polarográfiás módszerek. Ciklikus voltammetria. Bipotenciometria</p> <p>A termikus analízis alaplásai (TG, DTG, DTA, DSC) és ipari alkalmazásuk.</p> <p>Folyamatos analízis: automatikus és automatizált analízis. Alkalmazása a cementiparban.</p> <p>Kinetikai analitikai kémiai módszerek</p>										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
1. Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai, 6. kiadás, 2002										
Ajánlott szakirodalom:										
1. Daniel C. Harris: Quantitative Chemical Analysis, 7th Ed., 2007, Freeman and Co.H.H.										
2. Willard, L.L. Merritt, J.A. Dean, F.A. Settle: Instrumental methods of Analysis, Wadsworth Publ. Co., Belmont, 1988.										
3. Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Stanley R. Crouch: Fundamentals of Analytical Chemistry, 8th. ed., 2004, Brooks/Cole										

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Műszeres analitika alkalmazásai</b>						Kódja:	<b>TTKML4502</b>	
	angolul:	<b>Applications of instrumental analysis</b>								
<b>3. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	N	Heti	0	Heti	0	Heti	3	<b>gyakorlati jegy</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. András Melinda</b>				beosztása:	<b>egyetemi adjunktus</b>	
<p><b>A kurzus célja</b> hogy a Műszeres analitika előadás anyagához kapcsolódóan megismertesse a hallgatókat azokkal a gyakorlatban legáltalánosabban alkalmazott műszeres analitikai módszerekkel, amelyeket kiterjedten alkalmaznak minőségellenőrző laboratóriumokban, élelmiszer- és környezetanalitikában. Az egyes módszerek gyakorlati megvalósítási technikáival, a kapott kísérleti eredmények kiértékelésével kapcsolatos problémák részletes ismertetésre kerülnek. A hallgatók 1-4 fős csoportokban méréseket végezve sajátítják el az egyes műszerek alkalmazásával kapcsolatos ismereteket.</p> <p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <p>Kromatogramok kiértékelése, Atomspektrometria (FAAS, FES, MP-AES, ICP-AES), pH-metria, Vékonyrétegkromatográfia (VRK), UV-Vis spektrofotometria, Nagyteljesítőképességű kromatográfia (HPLC)</p> <p><b>Kötelező olvasmány:</b></p> <p>kiadott oktatási segédanyagok az egyes gyakorlatokhoz</p> <p>Ajánlott szakirodalom:</p> <p>Daniel C. Harris: Quantitative Chemical Analysis, 7th Ed., 2007, Freeman and Co.H.H.  Willard, L.L. Merritt, J.A. Dean, F.A. Settle: Instrumental methods of Analysis, Wadsworth Publ. Co., Belmont, 1988.  Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Stanley R. Crouch: Fundamentals of Analytical Chemistry, 8th. ed., 2004, Brooks/Cole</p>										

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Műanyagipari technológiák</b>						Kódja:	<b>TTKME4610</b>	
	angolul:	<b>Plastics processing technologies</b>								
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK Alkalmazott Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:		-						Kódja:	-	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	+	Heti	2	Heti	0	Heti	0	kollokvium	<b>2</b>	<b>magyar</b>
Levelező										
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Kéki Sándor</b>				beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	

<b>A kurzus célja az, hogy a hallgatók</b> megismerjék a műanyagfeldolgozási technológiák elvét.
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b> Polimerek és polimerkompozitok feldolgozási és előállítási módszerei. Extrúzió, Fröccsöntés, Extrúziós fűvás, rotációs öntés, melegalakítás, vákuumm formázás, polimertestek összeillesztése, műanyag kompozitok gyártása, környezetvédelem és újrahasznosítás, szálak és habok előállítása, fóliafűvás. A MES (Manufacturing Execution System) jelentősége és alkalmazási lehetőségei az anyagtudományban.
<b>Kötelező olvasmány:</b> Czvikovszky-Nagy-Gál: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi kiadó (2000) Borda Jenő: Műanyagok gyártása és feldolgozása, Kossuth egyetemi kiadó (2001)
Ajánlott szakirodalom: 1. Füzes László: Műanyagok, Anyag és technológia kiválasztás, Bagolyvár kiadó (1994)

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Műanyagipari technológiák</b>						Kódja:	<b>TTKML4610</b>	
	angolul:	<b>Plastics processing technologies</b>								
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Alkalmazott Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:		-						Kódja:	-	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>4</b>	Heti	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	<b>4</b>	<b>magyar</b>
Levelező										
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Kéki Sándor</b>				beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	
<b>A kurzus célja az, hogy a hallgatók</b> megismerjék a gyakorlatban is az alapvető polimer feldolgozó technológiákat, valamint a minősítő mérések elvét és szabványos gyakorlatát.										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b> Polimerek és polimerkompozitok feldolgozási és minősítési módszerei.										
<b>Kötelező olvasmány:</b> Az egyes mérésekhez rendelkezésre bocsájtott sillabuszok, szabványok.										
Ajánlott szakirodalom: 1. Füzes László: Műanyagok, Anyag és technológia kiválasztás, Bagolyvár kiadó (1994) 2. Czvikovszky-Nagy-Gál: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi kiadó (2000) 3. Borda Jenő: Műanyagok gyártása és feldolgozása, Kossuth egyetemi kiadó (2001)										

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Diffúzió szilárdtestekben</b>				Kódja:	<b>TTFME0104</b>
	angolul:	<b>Diffusion in solids</b>					
<b>2. félév</b>							
Felelős oktatási egység:		<b>Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizikai Tanszék</b>					

Kötelező előtanulmány neve:		<b>Kondenzált anyagok III.</b>						Kódja:	<b>TTFME0212</b>	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Erdélyi Zoltán</b>				beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	

#### A kurzus célja, hogy a hallgatók

- korábbi kondenzált anyagok fizikája területén elsajátított ismeretekre alapozva, a modern nanoanyagokban lejátszódó atommozgási folyamatok megismerése;
- megismerjék az alapvető folytonos (kontinuum) és atomisztikus (determinisztikus és stochasztikus) leírásokat;
- megismerjék a folytonos leírások korlátait nanoméretű diffúziós folyamatok esetében;
- megismerjék az atomisztikus leírások korlátait;

#### A kurzus tartalma, témakörei

Bevezetés. Kontinuum modellek: Klasszikus diffúziós elméletek: Fick I. és II. egyenlete; a II. egyenlet analitikus megoldásai egyszerű esetekben, koncentráció független diffúziós együtthatót feltételezve; Boltzmann-transzformáció, parabolikus (négyzetgyökös) (skála)törvény. Drift, külső hajtóerők (Nernst-Einstein egyenlet). Kölcsönös diffúzió. Diffúzió multirétegekben: kezdetek DuMond és Youtz munkássága nyomán; a diffúziós együttható koncentráció függésének hatása a koncentrációprofil fejlődésére (diffúziós aszimmetria, aszimmetrikus koncentráció profil, élesedés); nagy koncentráció gradiensek (Cahn-Hilliard elmélet); feszültség és diffúzió (Stephenson modell). Atomisztikus modellek: Diffúziós mechanizmusok: (vakancia, intersticiális, direkt kicserélődés, ...); A diffúzió determinisztikus kinetikai leírása: a kontinuum és az atomisztikus modellek összehasonlítása (diffúziós együttható – ugrási frekvencia); a diffúziós együttható koncentrációfüggésének atomisztikus jelentése (diffúziós aszimmetria); a kontinuum leírás korlátai nanoskálán, a kontinuum leírás érvényességi körének beszűkülése növekvő diffúziós aszimmetriával; a kémia hatása a kétalkotós ötvözetek viselkedésére (korlátlan keveredés, fázis szeparáció, rendeződés, szilárdtest reakció). Anomális kinetika, nem sztöchiometrikus fáziskeletkezés, rendezett fázis visszaoldódása. Diffúzió modellezése kinetikus Monte Carlo módszerrel: a determinisztikus és a stochasztikus leírás különbözősége, ugrási valószínűség; a determinisztikus és a kinetikus Monte Carlo módszerek összehasonlítása. Szegregáció: A szegregáció jelensége; felületi feszültség, kémia és mérethatás, mint a szegregáció motorjai; egyensúlyi és kinetikus szegregációs izotermák (Henry, McLean, Fowler-Guggenheim); felületi szegregáció a determinisztikus kinetikai és a kinetikus Monte Carlo modellekben, vékonyrétegek hordozóba történő beoldódása. Vizsgálati módszerek nanoskálán: röntgen, szinkrotron, neutron technikán alapuló módszerek; felületfizikai, felületkémiai módszerek, pl. Auger elektronspektroszkópia (AES), röntgen fotoelektron-spektroszkópia (XPS), atomi próba mikroszkópia (APM: AFM, STM)

#### Kötelező olvasmány:

Charles Kittel: Bevezetés a szilárdtest fizikába, Műszaki könyvkiadó, Budapest

#### Ajánlott szakirodalom:

J.Philibert: Atom Movements: Diffusion And Mass Transport In Solids (Monographies De Physique)  
 Beke DL, Cserhádi Cs, Erdélyi Z, Szabó IA, Segregation in nanostructures (Chapter 7) in Nalwa HS (ed.)  
 Nanoclusters and Nanocrystals - Stevenson Ranch: American Scientific Publishers pp. 211-252 (2003)

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Nanotechnológia és nanoelektronika</b>	Kódja:	<b>TTFME0214</b>
	angolul:	<b>Nanotechnology and nanoelectronics</b>		
<b>1. félév</b>				
Felelős oktatási egység:		<b>Debreceni Egyetem, Kísérleti Fizikai és Szilárdtest fizikai Tanszék</b>		



Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	X	Heti	2	Heti	1	Heti	0	aláírás+ kollokvium	4	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató				neve:		Csarnovics István, Parditka Bence		beosztása:	egyetemi docens egyetemi adjunktus	

#### A kurzus célja, hogy a hallgatók

korábbi anyagismeretekre tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket az alapvető és funkcionális nanoméretű anyagokról, azok tulajdonságairól, előállítási technológiájukról és alkalmazási lehetőségeiről;

megismerjék és képesek legyenek felsorolni, elemezni az alkalmazott nanotechnológia alaptörvényeit; megismerni a nanofizikai, nanotechnikai és nanotechnológiai fogalmak jelentését és tartalmát; ismertetni a nanotechnológia legfontosabb alapelveit és nanoskálájú folyamatokat;

ismertetni az elektronika nanométer-skálán előállítható elemei és eszközei működési elveit, tervezésének és alkalmazásának lehetőségeit;

mind ezek a hallgató további természet – és alkalmazott tudományi ismereteit, illetve azok konkrét ipari alkalmazásait alapozza meg.

#### A kurzus tartalma, témakörei

A nanotechnológia története. Termodinamikai, elektromos és mechanikai tulajdonságok nanoskálán. Átmenet a mikro – és nanotechnológia között. Méretkorlátozással járó effektusok. Nanostrukturált anyagok és szerkezetek főbb típusai. Rendszerezés anyagok, technológiák és alkalmazások szerint. Kutatás és gyártás a nanoskálán. A nanotechnológia jövőképe. A nanotechnológia alaprendszerei (fullerének, szén nanocsövek, grafén, fémek, kerámiák) és komplex rendszerei (kompozitok, bevonatok, nanopórus anyagok). Nanoanyagok előállítása – Alulról felfelé módszerek - vékonyrétegek - CVD és PVD. Nanoanyagok előállítása – Felülről lefelé módszerek - szol gél, önszerveződő, langmuir bludgett film, szilárdfázisú módszerek. Nanoszerkezetű anyagok vizsgálati módszerei – SEM, EDS, TEM, XPS, SIMS/SNMS, AFM, SPM, IR, Raman, XRD, UV Vis spektrofotometria. Nanoméretű anyagok fizikai tulajdonságai: felület, felületi energia, részecske méret, alak hatása. Nanoméretű anyagok mágneses, optikai és elektromos tulajdonságai. Alkalmazási területek: adattárolás, érzékelők, építészet, orvosi biológia. Társadalmi hatások és kockázatok. Alkalmazási területek: napelemek, akkumulátorok. Elektronok spektruma nanoméretű elemekben (1-,2-, 3-dimenziós kvantum gödrök). Szuperrácsok: anyagok, technológiák, tulajdonságok. Kvantumstruktúrák: fényforrások és detektorok. Nanostrukturált anyagok és katalízis, szenzorika elemei. Q-tranzisztor, GMR-leolvasók. Plazmonika elemei. Mikro-nanoelektromechanikai eszközök és rendszerek előállítása, alkalmazása. Szerves nanoszerkezetek, bio-nanotechnológia. Önszerveződés. Molekuláris elektronika.

#### Kötelező olvasmány:

1. Mikroelektronika és technológia. Főszerkesztő: Mojzes Imre, Műegyetemi Kiadó, Budapest.
2. M.A. Herman, Semiconductor superlattices, Academic Verlag, Berlin, 1986.
3. Giber János és munkatársai: "Szilárdtestek felületfizikája" Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
4. Csanády Andrásné és munkatársai: „Bevezetés a nanoszerkezetű anyagok világába”, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2009
5. Gabor L. Hornyak, H.F. Tibbals, Joydeep Dutta, John J. Moore, Introduction to Nanoscience and Nanotechnology, CRS Press, 2008

#### Ajánlott szakirodalom:

1. Mojzes Imre, Molnár László, NANOTECHNOLÓGIA, Műegyetemi Kiadó, 2007.

A tantárgy neve:	magyarul:	Mikroszkópiás módszerek az Anyagtudományban	Kódja:	TTFME0213						
	angolul:	Microscopy techniques in materials science.								
<b>3. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizikai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:		Anyagvizsgálati módszerek	Kódja:	TTFME0211						
Típus		Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve			
		Előadás		Gyakorlat				Labor		
Nappali	X	Heti	2	Heti	0	Heti	2	gyakorlati jegy	5	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:	Cserhádi Csaba			beosztása:	egyetemi tanár			
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>korábbi kondenzált anyagok fizikája területén elsajátított ismeretekre és a Mikroszkópia I. tárgyra alapozva, a modern anyagtudományban használatos fontosabb transzmissziós elektronmikroszkópiában használatos módszerek megismerése, különös tekintettel a szerkezetvizsgálatra.</li> </ul>										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
<p>A kurzus anyagát képezi a pásztázó elven működő atomi, vagy ahhoz közeli felbontású berendezések (SPM, AFM stb.) alapelveinek és működési módjainak bemutatása. A hallgatók emellett megismerik a transzmissziós elektronmikroszkópia és az elektrondiffrakciós vizsgálatok elméleti és gyakorlati alapjait. Bevezetjük az elektrondiffrakció tárgyalásához szükséges kristálytani alapfogalmakat. A transzmissziós elektronmikroszkóp felépítése, működése, kezelése mellett a hallgatók megismerkednek a mintaelőkészítés legfontosabb fogásaival is. Tárgyaljuk az analitikai elektronmikroszkóp sajátosságait. (Röntgen mikroanalízis és elektron energia veszteségi spektroszkópia, elektrondiffrakciós vizsgálatok, elektron mikrodiffrakció, konvergens sugaras elektrondiffrakció)</p>										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
Radnóczi György: A transzmissziós elektronmikroszkópia és elektrondiffrakció alapjai										
Lábár János: Az analitikai elektronmikroszkópia alapjai (KLTE 1996)										
<b>Ajánlott szakirodalom:</b>										
Williams, David B., Carter, C. Barry: Transmission Electron Microscopy A Textbook for Materials Science										

A tantárgy neve:	magyarul:	Kondenzált anyagok III	Kódja:	TTFME0212						
	angolul:	Condensed matters III								
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizikai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:		Kondenzált anyagok II	Kódja:	TTFME0209 (v) TTFBE0109						
Típus		Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve			
		Előadás		Gyakorlat				Labor		
Nappali	X	Heti	2	Heti	1	Heti	0	kollokvium	4	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:	Erdélyi Zoltán			beosztása:	egyetemi tanár			



**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

- korábbi kvantummechanikai, hőtani, kondenzált anyagok tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket kondenzált anyagok fizikája területén;
- megismerjék a kétalkotós fázisdiagrammok kiszámolásának alapjait;
- megismerjék a diffúzió leírásának alapjait külső hajtóerők esetében;
- megismerjék az alapvető fázisátalakulásokat kétalkotós rendszerekben;
- megismerjék a határfelületek, szemcsehatárok szerepét szilárdtestekben és azok alapvető elméletét;
- elsajátítsák a diffrakció és reflektometria alapjait reciprokrácstér használata mellett, és azokat alkalmazni tudják röntgen- és neutrondiffrakcióra;
- elsajátítsák a doménmágnesség elméletének alapjait;

**A kurzus tartalma, témakörei**

Fázisdiagramok: Kétalkotós rendszerek alapvető termodinamikai leírása, Calphad módszer alapkonceptiójának megismerése; Diffúzió külső hajtóerők esetében: Nernst-Einstein egyenlet, termodinamikai hajtóerő, intrinsic diffúziós együttható; Fázisátalakulások: spinodális bomlás, fáziszeváráció, rend-rendezetlen átalakulás, nukleáció, martenzites átalakulások; Szegregáció: szegregáció hajtóereje, izotermák; Határfelületek, szemcsehatárok; Szemcsehatárdiffúzió: Harrison-féle osztályozás; Diffrakció, reflektometria: egydimenziós periodikus szerkezetek diffrakciós elmélete direkt- és reciproktérben, neutron- és röntgen diffrakció/reflektometria; Doménmágnesség.

**Kötelező olvasmány:**

Charles Kittel: Bevezetés a szilárd test fizikába, Műszaki Könyvkiadó, Budapest  
A.G. Guy: Fémfizika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978

**Ajánlott szakirodalom:**

William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch Materials Science and Engineering, An Introduction, Wiley  
M.A. Omar: Elementary Solid State Physics, Principles and Applications  
CALPHAD (Calculation of Phase Diagrams): A Comprehensive Guide, Volume 1, 1st Edition, Editors: N. Saunders A.P. Miodownik

**Kötelezően választható az intézmény által ajánlott ismeretek**

A tantárgy neve:		magyarul: : <b>Felületfizika és felületanalitikai módszerek</b>	Kódja:		<b>TTFME0204</b>			
		angolul: <b>Surface physics and surface analytical techniques</b>						
<b>2. félév</b>								
Felelős oktatási egység:		<b>Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizikai Tanszék</b>						
Kötelező előtanulmány neve:				Kódja:				
Típus		Heti óraszámok				Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás	Gyakorlat	Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>1</b>	Heti	<b>0</b>	<b>aláírás + gyakorlati jegy</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves		
								<b>magyar</b>

Tantárgyfelelős oktató	neve:	<b>Katona Gábor</b>	beosztása:	<b>egyetemi adjunktus</b>
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>				
<p>megismerjék a felületek fizikájának, jellemzésének alapjait  megismerjék a felületek vizsgálatára használható fontosabb módszereket  jártasságot szerezzenek a felületekkel és vizsgálatukkal kapcsolatos számítások elvégzésében</p>				
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>				
<p>Felületi krisztallográfia, felületi energia, felületi struktúrák vizsgálata elektrondiffrakcióval, felületi analitika elemei, Auger-spektroszkópia, röntgen-fotoelektron spektroszkópia, kémiai eltolódás, mélységi analízis, Atomok mozgása a felületen, terasz-lépcső-könyök modell. Rétegek épülése és leépülése. Növekedési módusok. Rétegepítési technikák CVD, MBE. Tömegspektrometriai és ionnyaláb analitikai módszerek. Pászttázó atomerő mikroszkópia (AFM), pásztázó alagút mikroszkópia (STM), elvi alapok és alkalmazások.</p>				
<b>Kötelező szakirodalom:</b>				
Ajánlott szakirodalom:				
<p>H. Bubert. H. Jenett: Surface and Thin Film Analysis, Wiley-VCH 2002  H.Lüth: Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films  J.C. Vickermann, I.S.Gilmore (eds): Surface Analysis Wiley, 2009.</p>				

A tantárgy neve:		magyarul:	<b>Nanobitechnológia</b>				Kódja:	<b>TTFME0207</b>		
		angolul:	<b>Nanobiotechnology</b>							
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:			<b>Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék</b>							
Kötelező előtanulmány neve:							Kódja:			
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	3	Heti	0	Heti	0	<b>Kollokvium</b>	<b>4</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató			neve:	<b>Dr. Szabó István</b>				beosztása:	<b>egyetemi adjunktus</b>	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
<p>Megismerjék a nanofizikai, nanotechnológia fogalmak jelentését és tartalmát, szerepét a biotechnológiában. Elsajátítsák a legfontosabb nanotechnológiák alapelveit, a biológiailag inspirált és biológiai alkalmazású módszereket, és azokat a nanoskálájú folyamatokat amelyekre a jelenlegi vagy az elkövetkező technológiák épülnek.</p>										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
<p>Nanobiotechnológia fogalma, mikroszkópiás technikák, atomi erő mikroszkópia, nanotechnológiai, nanorészecskék, implantátumok, biokompatibilis anyagok, vizsgálati módszerek</p>										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
<p>moodle elektronikusan elérhető segédanyagok.</p>										

Ajánlott szakirodalom:

Thuan Vo-Dinh (editor) „Nanotechnology in Biology and Medicine”, CRC Press (Taylor and Francis) Boca Raton, USA. 2007  
 Buddy D. Ratner (ed.) Biomaterials Science, AP ( Elsevier) USA, UK 2013

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Szerkezeti anyagok</b>						Kódja:	<b>TTKME1211</b>	
	angolul:	<b>Materials of Construction</b>								
<b>1. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>Alkalmazott Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	2	Heti	0	Heti	0	<b>kollokvium</b>	<b>magyar</b>	
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Nagy Lajos</b>				beosztása:	<b>egyetemi docens</b>	
<p><b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b></p> <p>megismerjék a vegyiparban is használt szerkezeti anyagok legfőbb típusait, ezek előállítását, legfontosabb fizikai és kémiai tulajdonságait, alkalmazási területeit.</p>										
<p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A fémek szerkezete, a kristályrács típusának, a kristályosodás módjának hatása az anyag mechanikai tulajdonságaira.</li> <li>– Egyfázisú és többfázisú fémek, ötvözetek tulajdonságai, az alakítás hatásai a fizikai tulajdonságokra.</li> <li>– A fémek hőkezelési eljárásainak alapelvei.</li> <li>– A vasötvözetek típusai, tulajdonságai, alkalmazási köre.</li> <li>– A leggyakrabban alkalmazott színesfémek tulajdonságai, felhasználási lehetőségeik.</li> <li>– Anyagvizsgálati módszerek, technológiai próbák, hibakereső vizsgálatok.</li> <li>– A korrózió típusai, védekezési lehetőségek.</li> <li>– Nemfémes szerkezeti anyagok jellemzői, felhasználásuk.</li> </ul>										
<p><b>Kötelező olvasmány:</b></p> <p>Zorkóczy Béla: Metallográfia és anyagvizsgálat (Nemzeti Tankönyvkiadó, 1968)              Verő József, Káldor Mihály: Fémtan (Tankönyvkiadó, 1977)</p>										
<p>Ajánlott szakirodalom:</p> <p>H. Titze: Vegyipari készülékek szerkezeti elemei (Műszaki Könyvkiadó, 1966)              J.M. Coulson, J.F. Richardson and R.K. Sinnott: Chemical Engineering, Volume 6.</p>										

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Analitikai spektroszkópiai eljárások</b>						Kódja:	<b>TFME0208</b>	
	angolul:	<b>Analytical spectroscopic methods</b>								
<b>3. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>Debreceni Egyetem, Kísérleti Fizikai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:		Kondenzált anyagok 1						Kódja:	TTFME0206	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>0</b>	<b>aláírás+ kollokvium</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Csarnovics István</b>				beosztása:	<b>egyetemi docens</b>	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
<p>korábbi kondenzált anyagok tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket az alapvető és származtatott fizikai mennyiségekről; anyagok tulajdonságairól és azok vizsgálati, főleg analitikai, módszereiről;</p> <p>megismerjék és képesek legyenek felsorolni, elemezni az analitikai spektroszkópiai eljárások elemeit, módszereit és alkalmazási lehetőségeit az anyagvizsgálatokban;</p> <p>az elektromágneses hullámok alapfogalmain és anyaggal történő kölcsönhatásán keresztül megértsék a különböző spektroszkópiai módszerek működését;</p> <p>gyakorlatban ismerjék meg a módszerek lehetséges alkalmazási lehetőségeit;</p> <p>mindezek a hallgató további természet – és alkalmazott tudományi ismereteit, illetve azok konkrét ipari alkalmazásait alapozza meg.</p>										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
<p>Analitikai spektroszkópia tárgyköre, részei, elemei. Elektromágneses hullámok tartományai, jellemző tulajdonságai és paraméterei. Hullám természettel kapcsolatos folyamatok. Részecske természettel kapcsolatos folyamatok. Az elektromágneses hullámok különböző tartományai és azok alkalmazási területei. Elektromágneses hullámok és a minta kölcsönhatása során fellépő effektusok. Az analitikai spektroszkópia műszereinek elemei: fényforrások, mintatartó egység, fénykiválasztó egység, detektorok. Kémiai fényforrások: működési elv, felépítés, spektroszkópiai alkalmazási területek. Elektromos fényforrások (izzó, halogén lámpa, kompakt fénycső, LED, lézer) – működési elv, felépítés, spektroszkópiai alkalmazási területek, spektrumaik különbségének bemutatása. A fénysugárzás detektálásának lehetőségei (fotocella, fotodióda, fotoelektron-sokszorozó, CCD) – működési elv, felépítés, spektroszkópiai alkalmazási terület. Infravörös tartományban működő detektorok. Detektorrendszerek és jelfeldolgozás (PMT-k, háttérkorrekciók, számítógépes vezérlés és mérés). Optika szűrők, mint spektroszkópiai elemek – működési elvük, felépítésük. Hullámhossz kiválasztó egységek, mint spektroszkópiai elemek – működési elvük, felépítésük, példák. Spektrométer elemei, típusai, illetve felépítésük. Újabb optikai leképezési és fényfelbontásos módszerek (száloptikák, holografikus rácsok stb.) Spektrométer elemei, típusai, illetve felépítésük. Minőségi és mennyiségi analízis megvalósítása. Atomok és a molekulák színképeinek összehasonlítása, különbségének okai. Atomabszorpciós spektroszkópia: abszorpció fogalma, a módszer főbb egységei, a módszer által vizsgálható anyagok, különböző atom abszorpciós módszerek bemutatása, atomszerkezet és abszorpciós színképszerkezet (atom és ionszínképek) összefüggése. Atomemissziós spektroszkópia módszerek: emisszió fogalma, a módszer főbb egységei, a módszer által vizsgálható anyagok, különböző atom emissziós módszerek bemutatása, atomszerkezet és emissziós színképszerkezet összefüggése. Korszerű gerjesztési módszerek az atomspektroszkópiában: egyenáramú és nagyfrekvenciás (ICP) plazmák, lézержerjesztés stb. Molekula abszorpciós spektroszkópia: abszorpció fogalma, a módszer főbb egységei, a módszer által vizsgálható anyagok, a molekula abszorpciós módszerek bemutatása. Molekula emissziós spektroszkópia: emisszió fogalma, a módszer főbb egységei, a módszer által vizsgálható anyagok, a molekula emissziós módszerek bemutatása. UV-VIS spektroszkópia. Tömegspektrometria: működési elv, egységek, alkalmazási területek, anyagok. Infravörös spektroszkópia: működési elv, egységei, alkalmazási területei, anyagai.</p>										

Raman spektroszkópia: működési elv, egységei, alkalmazási területei, anyagai. Felület analitikai módszerek: működési elv, egységek, alkalmazási területek, anyagok. Egyéb vizsgálati módszerek (SEM, TEM, XRD, RBS, SNMS, STM, AFM): működési elv, egységek, alkalmazási területek, anyagok

**Kötelező olvasmány:**

1. Pokol György - Sztatisz Janisz: Analitikai kémia I., Műszaki Egyetem Kiadó, Budapest, 1999
2. Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám: Kísérleti Atomfizika. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1998.

Ajánlott szakirodalom:

1. Posta József: Atomabszorpciós spektrometria, Digitális tankönyv, (2007)
2. Willard H.H., Merritt Jr. L.L., Dean J.A., Settle Jr. F.A.: Instrumental Methods of Analysis, Wadsworth Publ. Co. (1998)
3. Litz József: Általános Fizika III., Könyvkiadó, 1998.
4. H. Haken and H. C. Wolf: Atomic and Quantum Physics.

A tantárgy neve:		magyarul: <b>Mágnesség és nanomágnesség</b>	Kódja:		<b>TTFME0143</b>		
		angolul: <b>Magnetism and nanomagnetism</b>					
<b>4. félév</b>							
Felelős oktatási egység:		<b>Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék</b>					
Kötelező előtanulmány neve:		Elektromágnesség			Kódja:		
Típus		Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	
		Előadás		Gyakorlat		Labor	
Nappali	x	Heti	2	Heti	0	Heti	0
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves	
		<b>kollokvium</b>			<b>3</b>	<b>magyar</b>	
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Daróczy Lajos</b>		beosztása:	<b>egyetemi docens</b>
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>							
megismerjék a mágneses jelenségek elméleti alapjait, a mágneses anyagokat és azok tulajdonságait különös tekintettel a nanoszerkezetekben megfigyelhető mágneses jelenségekre, a mágneses tulajdonságok mérési módszereit, a mágneses anyagok alkalmazási lehetőségeit							
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>							
A mágneses tér és az anyag kölcsönhatásai, a mágneses tulajdonságokat jellemző paraméterek, a mágneses anyagok csoportosítása, az atom mágneses momentuma, diamágnesség, paramágnesség, ferromágnesség, a mágneses tulajdonságok mérési módszerei, a ferromágnesség alapjelenségei, mágnesezési görbék, ferromágneses hiszterézis, a ferromágnesség fenomenológikus modellje (Curie-Weiss törvény), a kicserélődési kölcsönhatás, Ising-modell, kristály, alak stb. anizotrópiák, a ferromágneses domének, a doménszerkezet vizsgálati módszerei, a doménszerkezet változása az átmágnesezés során, a Barkhausen-zaj keletkezése, mérése és alkalmazásai, lágymágneses anyagok (kristályos, fémüveg és nanokristályos anyagok, ferritek) és alkalmazásaik, keménymágneses anyagok és alkalmazásaik, izolált ferromágneses nanorészecskék viselkedése (szuperparamágnesség), spinüvegek, klaszterüvegek, nanokristályos anyagok mágneses tulajdonságai, mágnességgel kapcsolatos jelenségek: magnetosztrikció, mágneses alakmemória, mágneses ellenállás, gigantikus mágneses ellenállás (GMR)							
<b>Kötelező olvasmány:</b>							
Mágnesség és nanomágnesség oktatási anyag ( <a href="http://moodle.phys.unideb.hu">moodle.phys.unideb.hu</a> )							
Ajánlott szakirodalom:							
Charles Kittel: Bevezetés a szilárdtest-fizikába							
Konrad Kreher: Szilárdtest-fizika							
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II.							

A tantárgy neve:	magyarul:	Mágnesség és nanomágnesség gyakorlat	Kódja:	TTFMG0143				
	angolul:	Magnetism and nanomagnetism practice						
<b>4. félév</b>								
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék						
Kötelező előtanulmány neve:			Kódja:					
Típus		Heti óraszámok				Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat				
Nappali	x	Heti	0	Heti	1	Heti	0	gyakorlati jegy
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves		
Tantárgyfelelős oktató		neve:	Daróczy Lajos			beosztása:	egyetemi docens	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>								
Megismerjék a mágneses anyagokal kapcsolatos elméleti és gyakorlati számítások alapelemeit								
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>								
A Mágnesség és nanomágnesség előadás anyagához kapcsolódó számítási problémák megoldása az alábbi témakörökben:								
A mágneses tér és az anyag kölcsönhatásai, a mágneses tulajdonságokat jellemző paraméterek, a mágneses anyagok csoportosítása, az atom mágneses momentuma, diamágnesség, paramágnesség, ferromágnesség, a mágneses tulajdonságok mérési módszerei, a ferromágnesség alapjelenségei, mágnesezési görbék, ferromágneses hiszterézis, a ferromágnesség fenomenológikus modellje (Curie-Weiss törvény), a kicserélődési kölcsönhatás, Ising-modell, kristály, alak stb. anizotrópiák, a ferromágneses domének, a doménszerkezet vizsgálati módszerei, a doménszerkezet változása az átmágnesezés során, a Barkhausen-zaj keletkezése, mérése és alkalmazásai, lágymágneses anyagok (kristályos, fémüveg és nanokristályos anyagok, ferritek) és alkalmazásaik, keménymágneses anyagok és alkalmazásaik, izolált ferromágneses nanorészecskék viselkedése (szuperparamágnesség), spinüvegek, klaszterüvegek, nanokristályos anyagok mágneses tulajdonságai, mágnességgel kapcsolatos jelenségek: magnetosztrikció, mágneses ellenállás, gigantikus mágneses ellenállás (GMR)								
<b>Kötelező olvasmány:</b>								
Mágnesség és nanomágnesség oktatási anyag (moodle.phys.unideb.hu)								
Ajánlott szakirodalom:								
Charles Kittel: Bevezetés a szilárdtest-fizikába								
Konrad Kreher: Szilárdtest-fizika								
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II.								

A tantárgy neve:	magyarul:	Mágnesség és nanomágnesség laboratóriumi gyakorlat	Kódja:	TTFMG0143				
	angolul:	Magnetism and nanomagnetism laboratory practice						
<b>4. félév</b>								
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék						
Kötelező előtanulmány neve:			Kódja:					
Típus		Heti óraszámok				Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat				
Nappali	x	Heti	0	Heti	0	Heti	1	gyakorlati jegy
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves		
Tantárgyfelelős oktató		neve:	Daróczy Lajos			beosztása:	egyetemi docens	



<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>
Megismerjék a mágneses anyagokkal kapcsolatos kísérleti módszereket
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>
A Mágnesség és nanomágnesség előadás anyagához kapcsolódó gyakorlatok az alábbi témakörökben: Hiszterézisgörbe felvétele indukciós módszerrel Mágnesezési görbe felvétele vibrációs magnetométerrel Barkhausen zajmérés és statisztikus zajanalízis Barkhausen zajmérés ipari készülékkel, feszültségmérés Magnetostrikció és mágneses alakmemória effektus mérése
<b>Kötelező olvasmány:</b>
Mágnesség és nanomágnesség oktatási anyag (moodle.phys.unideb.hu)
Ajánlott szakirodalom: Charles Kittel: Bevezetés a szilárdtest-fizikába Konrad Kreher: Szilárdtest-fizika Budó Ágoston: Kísérleti fizika II.

A tantárgy neve:	magyarul:	Vákuumfizika és vékonyrétegek előállítás	Kódja:	TTFME0205						
	angolul:	Vacuum physics and thin film technology								
<b>4. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem Szilárdtest Fizikai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:		Hőtan	Kódja:							
Típus		Heti óraszámok				Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve		
		Előadás		Gyakorlat					Labor	
Nappali	x	Heti	2	Heti	0	Heti	2	gyakorlati jegy	5	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:	Daróczy Lajos			beosztása:	egyetemi docens			

<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>
megismerjék az alacsony nyomású gázokban lejátszódó jelenségeket és ezek leírását a kinetikus gázelmélet alapján ismerjék meg a gázok és kondenzált anyagok határfelületén végbemenő legfontosabb jelenségeket megismerjék a gázok áramlását leíró mennyiségeket és törvényszerűségeket különböző nyomástartományokban ismerjék meg a különböző vákuumszivattyúk működési elvét, felépítését és üzemeltetését ismerjék a különböző vákuumérők működési elvét, felépítését és üzemeltetését ismerjék a vákuumtechnikában használatos alkatrészek, szerkezeti anyagok, tömítőanyagok, kenőanyagok, hajtóközegek tulajdonságait és alkalmazásuk szabályait ismerjék meg a vákuumtechnikához kapcsolódó legfontosabb mérési eljárásokat, technológiákat (tömegspektroszkópia, vékonyrétegek előállítás) ismerjék meg a témakör alapvető szakirodalmát
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>
A vákuumfizika szerepe és jelentősége, fejlődéstörténete, a vákuumtechnikában használatos fizikai mennyiségek, a kinetikus gázelmélet alapjai, átlagos szabad úthossz, sebességeloszlások, részecskeáram, térfogati áram fogalma, transzportjelenségek: diffúzió, belső súrlódás (viszkózitás), belső súrlódás kis és nagy nyomások esetében, hővezetés, hővezetés különböző nyomástartományokban, áramlások típusai: viszkózus (kontinuum) áramlás, molekuláris áramlás, átmeneti tartomány, áramlások csöveken és

diafragmákon, áramlási ellenállás, vezetőképesség, szívósebesség, recipiens leszívási idejének számítása, felületi jelenségek: párolgás, adszorpció, deszorpció, abszorpció, permeáció, liofilizálás, gáztöltésű izzólámpák, vákuummérők: a nyomás fogalma és mértékegységei, a nyomásmérők csoportosítása, mechanikus vákuummérők, hővezetéseken alapuló vákuummérők, ionizációs vákuummérők, vákuummérők hitelesítése, nyomásstandardok, tömegspektrométerek: mágneses, kvadrupol, repülési idő tömegspektrométerek, lyukkeresés vákuumszivattyúk: mechanikus térfogatkiszorításos szivattyúk, turbomolekuláris szivattyúk, hajtóközegek szivattyúk: víz és gőzsugár szivattyúk, diffúziós szivattyúk, gázmegkötő szivattyúk: getter, ion-getter, szorpciós és krioszivattyúk, a vákuumtechnika szerkezeti anyagai, tömítőanyagok, tömítések, a vákuumhelyes konstrukciók alapelvei, kenőanyagok, hajtóközegek, vékonyréteg-technikák: vákuumgőzölés, katódporlasztás, molekulásugaras epitaxia, kémiai rétegleválasztási technikák, vákuumrendszerek: szivattyúk, vákuummérők szelepek és védelmi berendezések helyes összeépítése

#### Kötelező olvasmány:

Bohátka Sándor-Langer Gábor: Vákuumtechnika gyakorlati alapjai oktatási anyag

#### Ajánlott szakirodalom:

Bohátka S.: Vákuumfizika és –technika, Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Budapest, 2008

Bánhalmi J.: Vákuumfizika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.

Kanczler Ödön: Vákuumtechnika, Tankönyvkiadó, 1975.

A tantárgy neve:	magyarul:	Fizikai kémia és gyakorlati alkalmazások						Kódja:	TTKME4401	
	angolul:	Physical chemistry and practical applications								
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		DE TTK, Fizikai Kémiai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	x	Heti	2	Heti	1	Heti	0	kollokvium	3	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		Dr. Bényei Attila				beosztása:	egyetemi docens	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
jobban megismerik a modern fizikai kémiával s az ebben szereplő alapelvek használatával a folyamatanalízis illetve reaktortervezés termodinamikai, kinetikai és anyagszerkezeti hátterét.										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
Termodinamika axiomatikus felépítésben. Alapvető fogalmak és alkalmazásuk az irreverzibilis termodinamika területéről. Alapvető fogalmak és alkalmazásuk a statisztikus termodinamika területéről. Radiokémia Kinetika, homogén és heterogén katalízis és alkalmazások Fotokémia Anyagszerkezet, kvantumkémia, szupramolekuláris kémia										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
1. P. W. Atkins: Fizikai kémia II-III. (Tankönyvkiadó, Budapest, 2002) 2. Póta György (szerkesztő): Modern fizikai kémia (Digitális Tankönyvtár, 2013)										



Ajánlott szakirodalom:

1. Keszei Ernő: Bevezetés a kémiai termodinamikába (ELTE egyetemi jegyzet, <http://keszei.chem.elte.hu/fizkem1/Tankonyv.pdf>)
2. Baranyai András, Schiller Róbert: Statisztikus mechanika vegyészeknek (Akadémiai Kiadó, Budapest, 2003)
3. Zrínyi Miklós: [A fizikai kémia alapjai](#) (Simmelweis Kiadó, Budapest, 2015)

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Fizikai kémia és gyakorlati alkalmazások</b>	Kódja:	<b>TTKML4401</b>						
	angolul:	<b>Physical chemistry and practical applications</b>								
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Fizikai Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:		Fizikai kémia és gyakorlati alkalmazások előadás párhuzamos felvétele vagy teljesítése	Kódja:	<b>TTKME4401</b>						
Típus		Heti óraszámok		Követelmény						
		Előadás	Gyakorlat		Labor					
Nappali	<b>x</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>1</b>	Heti	<b>0</b>	<b>gyakorlati jegy</b>	<b>1</b>	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:	<b>Dr. Kálmán Ferenc</b>			beosztása:	<b>egyetemi docens</b>			

**A kurzus célja, hogy a hallgatók**

elméleti és gyakorlati tudások alapján összetett fizikai kémiai méréseket végezzenek a mérés megtervezésétől a gyakorlati kivitelezésen át az adatok kiértékeléséig és az eredmények irodalmi adatokkal való összevetéséig. Minderre önálló munkával legyenek képesek a felvetett probléma elméleti háttérét és gyakorlati tanácsokat tartalmazó tömör útmutató alapján. Összességében az önálló kutatómunkához szükséges elméleti és gyakorlati jártasságra tegyenek szert.

**A kurzus tartalma, témakörei**

A félév során a gyakorlatvezető által előre meghatározott gyakorlatokat kell elvégezni. A méréseket a hallgatók önállóan végzik. A gyakorlatok sorrendje hétről hétre, egyénenként változó, az adott héten feltüntetett gyakorlatokból egyet kell elvégeznie. A gyakorlatok tömbösítve kerülnek lebonyolításra. A 14 hétre vetített 14 óra keretében minden hallgató 3 db 4 órás gyakorlatot végez el, amit kiegészít 1 óra balesetvédelmi oktatás és 1 óra az eredmények összefoglaló értékelésével.

**A mérések témakörei:**

- Egyensúlyi állandó, fémkomplex stabilitási állandójának meghatározása spektrofotometriás módszerrel
- Az egyensúlyi állandó ionerősség függésének vizsgálata, oldhatóság mérés.
- Átviteli szám meghatározása.
- Bonyolult kinetikát mutató reakciók követése mintavételezéses-titrálásos. spektrofotometriás illetve gázvolumetriás módszerrel.

**Kötelező olvasmány:**

Kathó Ágnes, Rábai Gyula: Fizikai kémiai laboratóriumi gyakorlatok III. Egyetemi jegyzet MSc hallgatók számára. Debreceni Egyetem, 2013.

## Ajánlott szakirodalom:

P. W. Atkins: Fizikai Kémia I-III. (6. kiadás) Nemzeti Tankönyvkiadó Bp. 2002

A tantárgy neve:	magyarul:	<b>Makromolekuláris Kémia</b>						Kódja:	<b>TTKME0611</b>	
	angolul:	<b>Macromolecular Chemistry</b>								
<b>2. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		<b>DE TTK, Alkalmazott Kémiai Tanszék</b>								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	<b>X</b>	Heti	<b>2</b>	Heti	<b>0</b>	Heti	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	3	<b>magyar</b>
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		<b>Dr. Kéki Sándor</b>				beosztása:	<b>egyetemi tanár</b>	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
<p>A makromolekuláris anyagok jellemzőinek, vizsgálómódszereinek és a makromolekuláris anyagok előállításához vezető kémiai reakciók, valamint a polimer szerkezete és tulajdonságai közötti összefüggések megismerése.</p>										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polimerek csoportosítása</li> <li>- Fontosabb szintetikus polimerek</li> <li>- Polimerek jellemzésére szolgáló módszerek</li> <li>- Polimerek szerkezet-tulajdonság összefüggései</li> <li>- Szintetikus polimerek és kopolimerek előállítása</li> </ul>										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
Az előadó által biztosított oktatási segédanyagok.										
Ajánlott szakirodalom:										
Dr. Zsuga Miklós (szerk.): Makromolekuláris kémia, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2006										

A tantárgy neve:		<b>A mikroelektronika anyagai és technológiái</b>		Kódja:	<b>TTFME0201</b>	
Kötelező előtanulmány:		(k) A mikroelektronika anyagai és technológiái laborgyakorlat		Kódja:	(k) TTFML0201	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>kollokvium</b>	<b>3</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató		neve:	<b>Csarnovics István</b>	beosztása	<b>egyetemi docens</b>	

#### A kurzus célja, hogy a hallgatók

korábbi mechanika, elektromosságtan, optika és kondenzált anyagok tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket az alapvető és származtatott fizikai mennyiségekről; anyagok tulajdonságairól és előállítási technológiáikról;

megismerjék és képesek legyenek felsorolni, elemezni azokat az anyagokat, amelyeket széles körben használnak a mikroelektronikában;

az anyagtudomány alapfogalmain és törvényein keresztül megértsék az elektronikai elemek működését, azok előállítási technológiáit;

gyakorlatban ismerjék meg a mikroelektronikai elemek előállításának különböző technológiáit;

önálló munka révén gyakorlatot szerezzenek a megismert technológiák különböző lépéseiben;

mindezek a hallgató további természet – és alkalmazott tudományi ismereteit, illetve azok konkrét ipari alkalmazásait alapozza meg.

#### A kurzus tartalma, témakörei

Az elektronikában alkalmazott anyagok rendszerezése, jellemző tulajdonságai. Fémek, félvezetők, dielektrikumok. Kristályos és amorf anyagok. Sávszerkezet, elektronátmenetek, elektromos vezetés és optikai jelenségek. Kontaktusok, p-n átmenet. Félvezetők főbb típusai és előállítási technológiái: Si, Ge, vegyületfélvezetők, szerves félvezetők, azok fontosabb tulajdonságai. Vákuumtechnológia fogalmai, elemei. Vékonyrétegek, fontosabb technológiai műveletek: párologtatás, porlasztás, CVD, MBE. Vékonyréteg vizsgálati módszerek. Egykristályok technológiája, Si és GaAs technológiája az alapanyagtól a lapkáig. Diffúzió, implantáció, litográfiai műveletek. Szigetelő rétegek, passzív elemek, SiO<sub>2</sub> technológiája. Felületi szerelés, tokozás. Optoelektronikai elemek, optikai és más memóriaelemek. Funkcionális elektronika anyagai és elemei. Megbízhatóság, minőség, a mikroelektronika ipari fejlődése, annak fő irányai. A laboratóriumi munkák során a hallgatók elsajátítják a különböző tömbi anyagok és rétegleválasztás technológiákat, vizsgálati módszereket, felületi szerelés elemeit, furatba szerelés technológiáját, a kézi beültetést és forrasztást, megismerkednek a vákuumtechnológia eszközeivel és a nyomtatott áramkör tervezéssel.

#### Kötelező olvasmány:

1. Mikroelektronika és technológia. Főszerkesztő: Mojzes Imre, Műegyetemi Kiadó, Budapest 2005.
2. Ginstler J., Hidasi B., Dévényi L. Alkalmazott anyagtudomány. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002.
3. Mojzes I., Kökényesi S. Fotonikai anyagok és eszközök. Egyetemi tankönyv, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.
4. Bársony I., Kökényesi S. Funkcionális anyagok és technológiájuk. Debreceni Egyetem, Debrecen, 2003.

Ajánlott szakirodalom:

A tantárgy neve:		<b>A mikroelektronika anyagai és technológiai labor</b>		Kódja:	<b>TTFML0201</b>	
Kötelező előtanulmány:		(p) A mikroelektronika anyagai és technológiai előadás		Kódja:	(p) TTFME0201	
Típus	Heti óraszámok			Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
	Előadás	Gyakorlat	Labor			
Nappali	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>aláírás + gyakorlati jegy</b>	<b>2</b>	<b>magyar</b>
Tantárgyfelelős oktató		neve:	<b>Csarnovics István</b>	beosztása	<b>egyetemi docens</b>	

#### A kurzus célja, hogy a hallgatók

korábbi mechanika, elektromosságtan, optika és kondenzált anyagok tanulmányaikban szerzett ismeretekre alapozva bővítsék ismereteiket az alapvető és származtatott fizikai mennyiségekről; anyagok tulajdonságairól és előállítási technológiáikról;

megismerjék és képesek legyenek felsorolni, elemezni azokat az anyagokat, amelyeket széles körben használnak a mikroelektronikában;

az anyagtudomány alapfogalmain és törvényein keresztül megértsék az elektronikai elemek működését, azok előállítási technológiáit;

gyakorlatban ismerjék meg a mikroelektronikai elemek előállításának különböző technológiáit;

önálló munka révén gyakorlatot szerezzenek a megismert technológiák különböző lépéseiben;

mindezek a hallgató további természet – és alkalmazott tudományi ismereteit, illetve azok konkrét ipari alkalmazásait alapozza meg.

#### A kurzus tartalma, témakörei

Az elektronikában alkalmazott anyagok rendszerezése, jellemző tulajdonságai. Fémek, félvezetők, dielektrikumok. Kristályos és amorf anyagok. Sávszerkezet, elektronátmenetek, elektromos vezetés és optikai jelenségek. Kontaktusok, p-n átmenet. Félvezetők főbb típusai és előállítási technológiái: Si, Ge, vegyületfélvezetők, szerves félvezetők, azok fontosabb tulajdonságai. Vákuumtechnológia fogalmi, elemei. Vékonyrétegek, fontosabb technológiai műveletek: párolgatás, porlasztás, CVD, MBE. Vékonyréteg vizsgálati módszerek. Egykristályok technológiája, Si és GaAs technológiája az alapanyagtól a lapkáig. Diffúzió, implantáció, litográfiai műveletek. Szigetelő rétegek, passzív elemek, SiO<sub>2</sub> technológiája. Felületi szerelés, tokozás. Optoelektronikai elemek, optikai és más memóriaelemek. Funkcionális elektronika anyagai és elemei. Megbízhatóság, minőség, a mikroelektronika ipari fejlődése, annak fő irányai. A laboratóriumi munkák során a hallgatók elsajátítják a különböző tömbi anyagok és rétegleválasztás technológiákat, vizsgálati módszereket, felületi szerelés elemeit, furatba szerelés technológiáját, a kézi beültetést és forrasztást, megismerkednek a vákuumtechnológia eszközeivel és a nyomtatott áramkör tervezéssel.

#### Kötelező olvasmány:

1. Mikroelektronika és technológia. Főszerkesztő: Mojzes Imre, Műegyetemi Kiadó, Budapest 2005.
2. Ginstler J., Hidasi B., Dévényi L. Alkalmazott anyagtudomány. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002.
3. Mojzes I., Kökényesi S. Fotonikai anyagok és eszközök. Egyetemi tankönyv, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.
4. Bársony I., Kökényesi S. Funkcionális anyagok és technológiájuk. Debreceni Egyetem, Debrecen, 2003.

#### Ajánlott szakirodalom:

1. Hary S. Nalwa, Nanostructured Materials and Nanotechnology, Elsevier, 2002.
2. S.M.Sze, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley and Sons, 2006.

A tantárgy neve:	magyarul:	Kvantummechanika 1.						Kódja:	TTFME0210	
	angolul:	Quantum Mechanics 1								
<b>3. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem, Elméleti Fizikai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	X	Heti	3	Heti	0	Heti	0	aláírás + kollokvium	4	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		Nagy Sándor				beosztása:	egyetemi docens	
<b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b>										
<p>felismerjék, hogy vannak olyan jelenségek a természetben, melyek nem érthetők meg a klasszikus fizika keretein belül;</p> <p>megismerjék a kvantummechanikához szükséges alapfogalmakat, és azokat tudja használni egyszerűbb problémák esetén;</p> <p>a kvantummechanika keretien belül analitikusan megoldható modelleket ismerje;</p> <p>tisztában legyen a kvantummechanika alkalmazhatóságának határaival.</p>										
<b>A kurzus tartalma, témakörei</b>										
<p>Kísérleti előzmények, a Stern-Gerlach kísérlet. Ket tér, bra tér, operátorok. Bázisvektorok, a mátrixreprezentáció. A fizikai mennyiségek, mint operátorok és azok sajátértékei. Mérés, valószínűségi értelmezés, határozatlansági összefüggés. Folytonos spektrumú operátorok, hely, impulzus (eltolás). Hullámfüggvény. Az időbeli fejlődés, Schrödinger-egyenlet, az energia sajátállapotok. Schrödinger kép, Heisenberg kép. A Heisenberg-féle mozgásegyenlet, a szabad részecske, Ehrenfest tétel. A harmonikus oszcillátor, harmonikus oszcillátor időfejlődése. Hullámmechanika, a kontinuitási egyenlet. Véges és infinitezimális forgatás a kvantummechanikában. A forgatás 1/2 spinű rendszerekben. Euler forgatás. Sűrűségoperátor, sokaságátlag, tiszta és kevert sokaságok, sokaságok időfejlődése. Impulzusmomentum operátor, sajátértékek, sajátállapotok. Pályaimpulzusmomentum, gömbfüggvények. Hidrogénatom. Összefonott állapotok, EPR paradoxon, Bell egyenlőtlenség. Folytonos és diszkrét szimmetriák. Azonos részecskék, Pauli-elv. Periódusos rendszer.</p>										
<b>Kötelező olvasmány:</b>										
Nagy Sándor: Bevezetés a kvantummechanikába (elektronikus jegyzet)										
Ajánlott szakirodalom:										
J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison-Wesley, 2011)										

A tantárgy neve:	magyarul:	Kvantummechanika 1. gyakorlat						Kódja:	TTFMG0210	
	angolul:	Quantum Mechanics 1 practicals								
<b>3. félév</b>										
Felelős oktatási egység:		Debreceni Egyetem, Elméleti Fizikai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	X	Heti	0	Heti	2	Heti	0	aláírás +	3	magyar

Levelező	Féléves	Féléves	Féléves	gyakorlati jegy	
Tantárgyfelelős oktató	neve:	Nagy Sándor		beosztása	egyetemi docens
<p><b>A kurzus célja, hogy a hallgatók</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a megismert kvantummechanikai formalizmus elmélyítsék;</li> <li>a kvantummechanika matematikai apparátusa segítségével számolási feladatokat tudjon megoldani;</li> <li>megismerjék a kvantummechanika analitikusan megoldható legfontosabb modelljeit, és a számolási módjait;</li> <li>tisztában legyen a kvantummechanikai formalizmus korlátaival.</li> </ul>					
<p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <p>A Hilbert tér tulajdonságainak ismételése. A ket tér, a bra tér és az operátorok ábrázolása, operátorok hatása állapotokon. Határozatlansági reláció számolása. Folytonos spektrumú operátorok tulajdonságai. A Schrödinger-egyenlet megoldása szabad esetben, és egyszerű potenciálok esetén. A Heisenberg-féle mozgásegyenlet használata szabad mozgásra és helyfüggő potenciálokra. Számolási feladatok a kvantummechanikai harmonikus oszcillátorral kapcsolatban, sajátértékek, sajátfüggvények, kiválasztási szabályok. A kontinuitási egyenlet alkalmazása. Példák véges és infinitezimális forgatásra a kvantummechanikában. Számolási feladatok 1/2 spinű rendszerekben lévő forgatásokra. Példák tiszta és kevert sokaságokra. Impulzusmomentum operátor tulajdonságai. Számolási feladatok a pályaimpulzusmomentummal és a gömbfüggvényekkel. Feladatok a hidrogénatommal kapcsolatban, kiválasztási szabályok. Operátorok hatása összetett és összefonott állapotokra. Feladatok a folytonos és a diszkrét szimmetriák köréből.</p>					
<p><b>A kurzus tartalma, témakörei</b></p> <p>A Hilbert tér tulajdonságainak ismételése. A ket tér, a bra tér és az operátorok ábrázolása, operátorok hatása állapotokon. Határozatlansági reláció számolása. Folytonos spektrumú operátorok tulajdonságai. A Schrödinger-egyenlet megoldása szabad esetben, és egyszerű potenciálok esetén. A Heisenberg-féle mozgásegyenlet használata szabad mozgásra és helyfüggő potenciálokra. Számolási feladatok a kvantummechanikai harmonikus oszcillátorral kapcsolatban, sajátértékek, sajátfüggvények, kiválasztási szabályok. A kontinuitási egyenlet alkalmazása. Példák véges és infinitezimális forgatásra a kvantummechanikában. Számolási feladatok 1/2 spinű rendszerekben lévő forgatásokra. Példák tiszta és kevert sokaságokra. Impulzusmomentum operátor tulajdonságai. Számolási feladatok a pályaimpulzusmomentummal és a gömbfüggvényekkel. Feladatok a hidrogénatommal kapcsolatban, kiválasztási szabályok. Operátorok hatása összetett és összefonott állapotokra. Feladatok a folytonos és a diszkrét szimmetriák köréből.</p>					
<p><b>Kötelező olvasmány:</b></p> <p>Nagy Sándor: Bevezetés a kvantummechanikába (elektronikus jegyzet)</p> <p>Ajánlott szakirodalom:</p> <p>J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics (Addison-Wesley, 2011)</p>					

## **Szabadon választható tárgyak**

Szabadon választhatók legalább 6 kredit értékben az anyagtudományi MSc tárgyi közül, nyelvi tárgyak, valamint a Debreceni Egyetemen meghirdetett összes szabadon választható tárgy.